

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO

Tobias Piton Fontana

**ANÁLISE CLÍNICA, TOMOGRÁFICA E HISTOLÓGICA DE
ALVÉOLOS DENTÁRIOS PÓS-EXTRAÇÃO PREENCHIDOS POR
DENTINA PARTICULADA OU COÁGULO SANGUÍNEO: UM ENSAIO
CLÍNICO RANDOMIZADO**

Passo Fundo 2025

Tobias Piton Fontana

**ANÁLISE CLÍNICA, TOMOGRÁFICA E HISTOLÓGICA DE
ALVÉOLOS DENTÁRIOS PÓS-EXTRAÇÃO PREENCHIDOS POR
DENTINA PARTICULADA OU COÁGULO SANGUÍNEO: UM ENSAIO
CLÍNICO RANDOMIZADO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Odontologia do Curso de Odontologia da UPF, para obtenção do título de Mestre em Odontologia - Área de Concentração em Clínica Odontológica, sob orientação do Prof. Dr. João Paulo De Carli.

Passo Fundo 2025

Folha reservada para
Ata de aprovação da Banca Examinadora

Observação:

Mantenha esta página no seu arquivo, imprimindo-a.
Após, faça a substituição pela Ata de aprovação fornecida pela Secretaria para manter a correta numeração do seu trabalho.

Folha reservada para
Ficha catalográfica

Observação:

Mantenha esta página no seu arquivo, imprimindo-a.

Após, faça a substituição pela Ficha Catalográfica fornecida pela Secretaria para manter a correta numeração do seu trabalho.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Tobias Piton Fontana

Nasceu na cidade de Frederico Westphalen (RS) em 12 de Junho de 1993. Graduou-se em Odontologia pela Universidade de Passo Fundo (UPF) em 2015. É especialista em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofacial pelo Centro de Estudos Odontológicos Meridional (CEOM). Atualmente reside na cidade de Passo Fundo (RS).

OFERECIMENTOS E AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar meus mais sinceros agradecimentos ao meu orientador, Prof. Dr. João Paulo de Carli, que incansavelmente me motivou e, com exímio, me orientou ao longo dessa pesquisa. Nos momentos em que a trajetória científica ficava turva aos meus olhos, ele sempre se fez presente, elucidando minha formação. Ao Prof. Dr. Pedro Henrique Corazza pelo suporte em toda a estatística deste trabalho. Agradeço também à Universidade de Passo Fundo, à Faculdade de Odontologia e ao PPGOdonto, por viabilizarem a estrutura e os recursos necessários para o desenvolvimento deste trabalho. Ao CEOM, escola a qual integro, também por disponibilizar sua estrutura e recursos para a realização da pesquisa.

Aos meus pais, Darci Luiz Fontana e Elizete Helena Piton Fontana, eterna gratidão por todo o suporte e estímulo desde a infância. Pelo incentivo nos desafios e por sempre acreditarem no meu potencial para a minha formação.

À Rafaela Battisti Pereira, mulher com quem divido os meus dias e minha vida, pela compreensão, pelo apoio e por compreender e certificar as minhas aventuras profissionais.

Aos meus amigos, obrigado. Obrigado pelos bons momentos na minha vida.

Colegas Cirurgiões-Dentistas, Professores e alunos, agradeço por manterem a chama da docência em mim, a vontade das cirurgias e a curiosidade pelos resultados. Sou grato pelo auxílio e pelo aprendizado diário.

Finalizo esta etapa de minha formação com a alegria da conquista, mas, sobretudo, com o carinho da gratidão por todos à minha volta que me dão suporte e me moldam como sou.

SUMÁRIO

BIOGRAFIA DO AUTOR	4
AGRADECIMENTOS	5
SUMÁRIO	6
LISTA DE TABELAS	7
LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE ABREVIATURAS	9
RESUMO	10
ABSTRACT	11
1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
3. PROPOSIÇÃO	19
4. METODOLOGIA	20
5. RESULTADOS	27
6. DISCUSSÃO	31
7. CONCLUSÕES	35
REFERÊNCIAS	36
ARTIGO SUBMETIDO	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Medidas (mm) da distância da crista óssea alveolar até a JCE nas distais dos segundos molares, e medidas (UH) da densidade óssea do alvéolo do terceiro molar.....27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma da seleção de pacientes.....	21
Figura 2a - Porção radicular do dente extraído. 2b - Trituração em particulador de dentina manual. 2c e d - Resultado da dentina após trituração.....	23
Figura 3a - Inserção da dentina particulada no alvéolo. 3b - Fechamento da ferida cirúrgica com sutura.....	24
Figura 4 - Traçado do quadrado com 8mm ² de área para medida da densidade óssea. O traçado foi localizado a 5mm da face distal do segundo molar e 1mm abaixo de uma linha horizontal (vermelha) determinada pela crista óssea mesial dos segundos molares inferiores.....	25
Figura 5a - Representação gráfica das medidas (mm) da distância da crista óssea alveolar até a JCE nas faces distais dos segundos molares. 5b - Representação gráfica das medidas (UH) da densidade óssea do alvéolo do terceiro molar nos lados controle e experimental.....	28
Figura 6a e b - Marcações para medida tomográfica do lado experimental (dente 38, lado esquerdo) e lado teste (dente 48, lado direito) no mesmo paciente. 6c e d - Marcações para medida tomográfica do lado experimental (dente 38, lado esquerdo) e lado teste (dente 48, lado direito) no mesmo paciente.....	28
Figura 7a - Corte histológico corado com HE de amostra coletada do lado experimental (x3.2). 7b - Dentina canaliculada contendo os prolongamentos dos odontoblastos no lúmen (x400). 7c - Fibras colágenas circundando a dentina (x400). 7d - Células gigantes multinucleadas em colágeno fibroso e hiper celularizado (x400).....	29
Figura 8a - Corte histológico corado com HE de amostra coletada do lado controle (x3.2). 8b - Capilares no tecido conjuntivo fibroso (x400). 8c - Trabéculas soltas de osso compacto não lamelar, com osteócitos viáveis (x400). 8d - Células gigantes multinucleadas junto do tecido fibroso (x400).....	30

LISTA DE ABREVIATURAS

TGF- β	Fator de crescimento transformador- β
FGF	Fator de crescimento de fibroblastos
PDGF	Fator de crescimento derivado de plaquetas
IGF-1	Fator de crescimento semelhante à insulina-1
VEGF	Fator de crescimento endotelial vascular
BMPs	Proteínas morfogenéticas ósseas
VAS	Escala visual analógica
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
UPF	Universidade de Passo Fundo
ReBEC	Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos
TCLE	Termo de consentimento livre e esclarecido
CO	Curso de Odontologia
CEOM	Centro de estudos odontológico Meridional
NaOH	Hidróxido de sódio
FOV	Campo de visão
JCE	Junção cimento-esmalte
UH	Unidades Housnfield
HE	Hematoxilina-eosina
EDS	Energia dispersiva de Raios-X
MEV	Microscopia eletrônica de varredura
SIBLING	<i>Small integrin-binding ligand, N-linked glycoprotein</i>
DSPP	Sialofosfoproteína da dentina
DMP1	Proteína 1 da matriz da dentina
BSP	Sialoproteína óssea
OPN	Osteopontina

RESUMO¹

Este estudo teve por objetivo comparar os resultados clínicos, tomográficos e histológicos de reparos de alvéolos de terceiros molares após extração dentária, com e sem a utilização de enxerto de dentina particulada. Foram selecionados 10 pacientes atendidos nas clínicas do Curso de Odontologia da Universidade de Passo Fundo ou no Centro de Estudos Odontológico Meridional, em Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil, com indicação cirúrgica de terceiros molares inclusos inferiores bilaterais. Um dos lados da hemiarcada foi randomizado para reparo alveolar com coágulo sanguíneo (técnica habitual-lado controle), e o outro para enxerto de dentina particulada autóloga (lado experimental). Uma avaliação clínica pós-operatória foi feita em 7 e 21 dias, avaliando o grau de dor, edema, deiscência de sutura e coaptação dos bordos da ferida cirúrgica. No pós-operatório de 120 dias, uma tomografia computadorizada do tipo *cone beam* foi realizada em todos os casos para avaliação bilateral da densidade do osso regenerado nos alvéolos pós-extração. Também foi realizada, em um único caso, uma biópsia dos núcleos dos alvéolos (lado experimental e lado controle) com uma broca trefina de 2,5mm para análise histológica. Os dados foram analisados através do *software* IBM SPSS utilizando-se estatística descritiva e teste t pareado, a um nível de significância de 5%. Observou-se apenas um caso de deiscência de sutura, sem coaptação dos bordos da ferida no lado experimental, e três casos no lado controle aos 21 dias. Não foram notadas diferenças entre os lados enxertado X não enxertado quanto a dor e edema. Quanto às análises tomográficas, a distância da crista óssea alveolar até a junção cimento-esmalte na superfície distal dos segundos molares não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p=0,444$); por outro lado, a diferença das médias de densidade óssea para o grupo controle e grupo experimental foi estatisticamente significativa ($p=0,002$). Na análise histológica, o lado experimental apresentava tecido conjuntivo espesso, denso e com alta celularidade, presença de dentina canaliculada, intensa produção de fibras colágenas e células gigantes multinucleadas. No lado controle, o tecido conjuntivo era fibroso hialinizado, com celularidade e fibras colágenas típicas, e menor quantidade de células gigantes multinucleadas. Assim, verificou-se que a dentina particulada apresentou vantagens no que tange à densidade óssea tomográfica e estabilidade clínica inicial do reparo alveolar, sem comprometer os parâmetros de dor e edema, sendo uma opção interessante para o tratamento de alvéolos após a extração de terceiros molares. O aspecto

¹ Tobias Piton Fontana

histológico descrito no lado experimental também se mostrou mais favorável, evidenciando um quadro de maturidade e organização celular mais avançado quando comparado à análise microscópica do lado controle.

Palavras-chave: Biomateriais; Dentina; Enxerto de osso alveolar; Terceiro molar.

ABSTRACT²

This study aimed to compare the clinical, radiological, and histological outcomes of third molar socket repairs after dental extraction with and without the use of particulate dentin graft. Ten patients were selected from the clinics of the Dentistry Course at the University of Passo Fundo or the Meridional Dental Study Center in Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brazil, who required surgical extraction of bilateral impacted lower third molars. One side of the hemiarch was randomized for socket repair with blood clot only (conventional technique - control side), while the other side received an autologous particulate dentin graft (experimental side). Postoperative clinical evaluations were performed at 7 and 21 days to assess the presence of pain, edema, trismus, suture dehiscence, and wound edge coaptation. At 120 days postoperatively, cone beam computed tomography (CBCT) was performed for bilateral evaluation of the density of the regenerated bone in the post-extraction sockets. A biopsy of the alveolar cores (experimental and control sides) was also performed in a single case using a 2.5mm trephine drill for histological analysis. Data were analyzed using IBM SPSS software, employing descriptive statistics and paired t-test at a 5% significance level. Only one case of suture dehiscence without wound edge coaptation was observed on the experimental side at 21 days, compared to three cases on the control side. No differences were noted between the grafted and non-grafted sides regarding pain, edema, and trismus. In the tomographic analyses, the distance from the alveolar bone crest to the CEJ on the distal surface of the second molars showed no statistically significant difference between the groups ($p=0.444$); however, the difference in mean bone density between the control and experimental groups was statistically significant ($p=0.002$). Histological analysis revealed that the experimental side had thick, dense connective tissue with high cellularity, the presence of canalculated dentin, intense collagen fiber production, and multinucleated giant cells. On the control side, the connective tissue was hyalinized, with typical cellularity and collagen fibers, and fewer multinucleated giant cells were observed. Therefore, particulate dentin graft showed advantages regarding tomographic bone density and initial clinical stability of the socket repair, without affecting pain, edema, or trismus parameters, making it an interesting option for the treatment of sockets after third molar

²Analysis of post-extraction dental sockets filled by particulate dentin or blood clot: a split-mouth randomized clinical trial

extraction. The histological aspect observed on the experimental side also appeared more favorable, showing a more advanced stage of cellular maturity and organization compared to the microscopic analysis of the control side.

Keywords: Biomaterials; Dentin; Alveolar bone graft; Third molar.

1. INTRODUÇÃO

A depender da técnica cirúrgica adotada, dos cuidados pós-operatórios da ferida e da ocorrência de complicações durante e após os procedimentos de extração dentária, um retardo no reparo do alvéolo pode ocorrer, permitindo que o mesmo seja colonizado por bactérias a longo prazo, levando a abscessos secundários ou causando hipersensibilidade (Sammartino *et al.*, 2009; Coleman; McCormick; Laskin, 2011; Lee, Hum; Chen, 2016; de Biase *et al.*, 2020). A técnica de preservação do alvéolo é considerada um procedimento eficaz para preservar o osso alveolar da reabsorção fisiológica pós-extração (Hassan; Marei; Alaghl, 2012; de Biase *et al.*, 2020), e possibilitando posterior instalação de implantes osseointegrados. No entanto, como em qualquer outra intervenção cirúrgica, a preservação alveolar pode ser afetada pelas mesmas complicações que levam à falha do enxerto (exposição, infecção e reabsorção do enxerto, perda do material de enxertia e reação adversa aos materiais enxertados) (Gual-Vaqués *et al.*, 2018; de Biase *et al.*, 2020).

Diferentes tipos de enxertos podem ser utilizados após a exodontia, e cada tipo é caracterizado por diferentes morbidades, riscos de transmissão de doenças, graus de reabsorção, osteocondutividade e osteogenicidade. As opções comerciais são consideradas seguras e bem sucedidas, mas a possibilidade de recuperar um alvéolo dentário com um material de enxerto eficaz e obtido diretamente de um dente a ser extraído pode ser vantajosa para o paciente e para o clínico em termos de economia de tempo e redução de custos, com o mesmo resultado de outros produtos. O uso de dentina autóloga é menos oneroso que outros enxertos e compatível com os tecidos do paciente, além de estar imediatamente disponível em quantidade correspondente à necessária para preencher o alvéolo pós-extração (Nampo *et al.*, 2010; de Biase *et al.*, 2020).

Tendo em vista o anteriormente exposto, o presente trabalho comparou, através de um ensaio clínico randomizado de boca dividida em dez pacientes, os resultados clínicos, tomográficos e histológicos de reparos de alvéolos de terceiros molares inferiores após extração dentária, com e sem a utilização de enxerto de dentina particulada.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Processo de reparo ósseo

O osso é um órgão dinâmico, com propriedades regenerativas notáveis, mas cuja homeostase requer células viáveis, vascularização adequada, estabilidade e presença de fatores de crescimento (Fillingham; Jacobs, 2016). No primeiro ano após a extração ou perda dentária, por exemplo, os tecidos moles e duros sofrem inúmeras variações dimensionais (Atieh *et al.*, 2021) devido à remodelação óssea, um processo complexo que pode resultar em reabsorção do osso alveolar pela falta de estímulos tróficos do ligamento periodontal (Canullo *et al.*, 2016). Em alguns casos, os próprios procedimentos cirúrgicos ou complicações pós-operatórias (como infecção da ferida ou colapso do retalho) podem levar a uma cicatrização complicada e demorada, com a formação de deiscência associada a um quadro de doença periodontal persistente ou o desenvolvimento de bolsa periodontal (Mazzucchi *et al.*, 2022).

Quanto ao reparo ósseo, este processo se dá em três fases distintas: inflamatória, proliferativa e de remodelação. A fase inflamatória é controlada por uma cascata de fatores de crescimento, que incluem fator de crescimento transformador- β (TGF- β), fator de crescimento de fibroblastos (FGF), fator de crescimento derivado de plaquetas (PDGF), fator de crescimento semelhante à insulina-1 (IGF-1), interleucinas, fator de crescimento endotelial vascular (VEGF) e proteínas morfogenéticas ósseas (BMPs). Esses fatores auxiliam na migração interna, recrutamento e proliferação das células-tronco mesenquimais que passam a se diferenciar em osteoblastos, condrócitos, adipócitos e células endoteliais (Oryan; Monazzah; Bigham-Sadegh, 2015). O resultado da fase inflamatória é a formação de um calo primitivo, organizado durante a fase proliferativa, levando à sua substituição por tecido ósseo imaturo por meio de ossificação intramembranosa ou endocondral (Goldhahn *et al.*, 2012). Na fase final do reparo ósseo, esse tecido ósseo irregular é convertido em osso lamelar, semelhante ao seu estado biomecânico anterior à injúria óssea (Oryan; Monazzah; Bigham-Sadegh, 2015).

Esse processo de reparo e a recuperação de uma dimensão óssea ideal após a exodontia ou perda dentária é importante para permitir a inserção do implante em casos onde há essa necessidade ou planejamento (Faria-Almeida *et al.*, 2019; Minetti *et al.*, 2022), por exemplo. Nessas ocasiões, o uso de substitutos ósseos reabsorvíveis ou não é um método eficaz para o reparo alveolar (Sánchez-Labrador *et al.*, 2020), desempenhando um papel importante na odontologia regenerativa no sentido de preencher defeitos ósseos e acelerar a cicatrização de feridas, além de ajudar na regeneração de tecidos duros e moles (Kavitha; Girija; Velayudham, 2019).

2.2 Propriedades dos biomateriais para enxerto

A aplicação dos biomateriais de enxerto em um alvéolo fresco de extração é extensivamente usada, já que eles podem possuir uma ou mais propriedades biológicas, como osteogênese, osteoindução e/ou osteocondução (Andrade *et al.*, 2020). Enquanto a osteocondução diz respeito à estrutura base para as células, capilares e deposição de matriz óssea, a osteoindução promove o recrutamento de células indiferenciadas e pré-osteoblastos para a formação óssea, e a osteogênese é o processo de indução de células contidas no material de enxerto para promover a regeneração óssea (Nampo *et al.*, 2010; Reis-Filho *et al.*, 2012). Estas propriedades podem ser alcançadas com sucesso por diferentes materiais de enxerto, classificados como autógeno (tecido retirado do mesmo paciente), alógeno (tecido retirado de outro humano), xenógeno (tecido retirado de outra espécie) e enxerto aloplástico (biomaterial sintético) (Minetti *et al.*, 2022).

Os enxertos alógenos apresentam propriedades de osteocondução e osteoindução, enquanto os xenoenxertos e enxertos aloplásticos apresentam apenas a propriedade de osteocondução (Nampo *et al.*, 2010). Até o momento, o osso autólogo é o único material de enxerto que apresenta todas as três propriedades biológicas, sendo considerado, portanto, o biomaterial padrão-ouro para enxertos ósseos (Morjaria; Wilson; Palmer, 2014; Andrade *et al.*, 2020). Porém, o osso autólogo apresenta limitações relacionadas à disponibilidade, morbidade e riscos durante a coleta do enxerto (Hallman; Thor, 2008). Já os substitutos ósseos (aloenxertos, xenoenxertos e materiais aloplásticos), apresentam taxas variáveis de reabsorção e formação óssea, além de estarem associados a um custo financeiro considerável (Andrade *et al.*, 2020). Fernández *et al.* (2015) verificaram as opiniões de 100 pacientes sobre os diferentes tipos de enxertos ósseos utilizados nos tratamentos odontológicos, utilizando um questionário padronizado. Foi observado que as maiores taxas de recusa se deram frente a aloenxertos e xenoenxertos, enquanto as menores taxas foram para enxertos autólogos e aloplásticos. Já Wychowski *et al.* (2020), comparando clinicamente técnicas de enxerto ósseo autógeno colhido da região mentoniana e xenoenxerto, verificaram que ambos mostraram resultados semelhantes de regeneração clínica a longo prazo de defeitos ósseos verticais. O tempo total de tratamento e o custo foram reduzidos para os pacientes submetidos a enxertos autógenos, porém, estes tiveram mais reações traumáticas e maiores taxas de complicações.

Kim *et al.* (2014), por sua vez, avaliaram as estruturas de superfície e as características físico-químicas de um xenoenxerto, um material aloplástico, um aloenxerto, um osso cortical mandibular autógeno e enxertos ósseos autógenos de dentina particulada, verificando que o

enxerto autógeno de dentina particulada mostrou uma estrutura cristalina semelhante à do osso cortical autógeno, bem como uma quantidade de dissolução de cálcio e fósforo significativa. Assim, tais autores concluíram que a dentina particulada autógena apresenta características físico-químicas semelhantes às dos ossos autógenos. Tal resultado vem ao encontro dos resultados de outro estudo, que verificou uma menor perda óssea média da largura vestibular em grupo que recebeu dentina particulada autóloga quando comparada a um grupo controle (del Canto-Díaz *et al.*, 2019). Dessa maneira, à luz dos resultados apresentados pelos estudos anteriormente descritos, a dentina autóloga é sugerida como um material promissor para uso em técnicas de preservação alveolar.

2.3 Dentina particulada como biomaterial

Em 2010, Kim *et al.* descreveram o primeiro uso de dentina autóloga como substituto ósseo para enxerto. Desde então, outros estudos utilizando dentina para este fim têm relatado resultados promissores (Reis-Filho *et al.*, 2012; Gomes *et al.*, 2015; Andrade *et al.*, 2020), afirmando que a dentina possui propriedades físicas (densidade, rugosidade e homogeneidade) e químicas (cálcio/fosfato semelhante ao osso humano em áreas corticais, além de advir da mesma origem embriológica do osso alveolar) ideais (Andrade *et al.*, 2020; Sánchez-labrador *et al.*, 2020).

A dentina é reconhecida por possuir a capacidade de sofrer regeneração endógena em resposta à lesão cáries, onde a desmineralização resulta na dissolução de constituintes bioativos dentro da matriz. Esses fatores bioativos liberados estimulam as células-tronco derivadas da polpa dentária a se diferenciarem em células semelhantes a odontoblastos, que secretam uma matriz mineralizada reparadora que é comparável em estrutura ao osso (Arana-Chavez; Massa, 2004; Avery *et al.*, 2017). Foi devido a esse potencial bioativo da dentina *in vivo*, que estimula respostas reparadoras nos dentes, que estudos mais recentes se propuseram a investigar o potencial da matriz de dentina desmineralizada no estímulo do reparo ósseo (Avery *et al.*, 2017).

De Biase *et al.* (2020), em seu relato de caso que avaliou a eficácia de um autoenxerto de dentina obtido pela trituração imediata do dente extraído, comparando dois alvéolos de terceiro molar com e sem enxertia, verificaram que o sítio enxertado apresentava uma menor profundidade da bolsa em relação ao sítio não enxertado, sem sinais clínicos/radiográficos de complicações após 6 meses. Já quando Mazzucchi *et al.* (2022) avaliaram a eficácia de um enxerto autólogo de dentina na prevenção de defeitos periodontais após a extração cirúrgica de terceiros molares inferiores inclusos ou semi-impactados, verificaram radiograficamente uma maior quantidade

de ganho ósseo nos locais enxertados em comparação com os locais de controle, sugerindo que os enxertos de dentina autóloga podem ser úteis na prevenção da formação de defeitos periodontais distais ao segundo molar após a extração cirúrgica do terceiro molar.

2.4 Obtenção da dentina particulada

A dentina é uma matriz livre de células, sem vascularização (Um *et al.*, 2021). Além de 10% de seu conteúdo ser água, a dentina humana também apresenta 70% de conteúdo inorgânico, com quatro tipos de fosfato de cálcio (hidroxiapatita, fosfato tricálcico, fosfato octacálcico e fosfato de cálcio amorfo), que conferem suas propriedades osteoindutoras (Kim *et al.*, 2010). A dentina desmineralizada possui maior eficiência osteocondutora, já que a remoção da fase mineral do osso resulta na exposição de glicoproteínas osteogênicas na matriz colagenosa, o que leva à indução da formação óssea (Heliotis *et al.*, 2009). Deste modo, o método geral para a obtenção da dentina particulada envolve o esmagamento da dentina e transformação da mesma em um pó (Um *et al.*, 2021). Um estudo de Kim *et al.* (2014) também relatou uma excelente biodegradabilidade da dentina autógena após sua desmineralização, aspecto esse desejável para materiais biocompatíveis, que devem ser completamente absorvidos *in vivo* via biodegradação.

O conteúdo orgânico da dentina corresponde a 20%, dos quais boa parte (90%) constitui uma rede de colágeno tipo I. Os outros 10% são proteínas não-colágenas, que participam da calcificação óssea, e fatores de crescimento (Kim *et al.*, 2014; Andrade *et al.*, 2020). A dentina particulada desmineralizada constitui-se, portanto, de um colágeno tipo I insolúvel em ácido com alto grau de reticulação, proteínas colagenosas e de ligação à matriz, destacando-se a presença de TGFs, IGF-1, FGF e BMPs. Todos esses fatores de crescimento desempenham papéis cruciais na promoção da migração celular para o local de reparo, proliferação e diferenciação de células-tronco mesenquimais endógenas para formar osteoblastos (Roberts; Rosenbaum, 2012), além de promover a angiogênese (Geiger *et al.*, 2005; Um *et al.*, 2021).

Apesar de a dentina não possuir a mesma capacidade osteogênica do osso, ela apresenta a vantagem de não causar reação tecidual do hospedeiro ou formação óssea heterotópica, um importante aspecto de segurança a ser considerado durante a seleção de um material para enxerto (Al-Asfour *et al.*, 2014; Andrade *et al.*, 2020). Considerando-se, além disso, os principais componentes orgânicos da dentina (colágeno tipo I e fatores de crescimento), o aproveitamento das propriedades dos dentes extraídos tem potencial de se tornar uma alternativa viável, segura e biocompatível para outros biomateriais atualmente usados para a regeneração de alvéolos dentários. Além disso, a exodontia é o procedimento cirúrgico mais

realizado na odontologia, e os dentes extraídos geralmente são desperdiçados. Seu uso, portanto, pode trazer outras vantagens, como a facilidade de processamento, o custo baixo e a capacidade de estimular a angiogênese e a formação óssea.

3. PROPOSIÇÃO

3.1 Objetivo geral

Comparar os resultados clínicos, tomográficos e histológicos de reparos de alvéolos de terceiros molares após extração dentária com e sem a utilização de dentina particulada.

3.2 Objetivos específicos

- Comparar, clínica, tomográfica e histologicamente as técnicas de reparo alveolar por coágulo sanguíneo e com enxertia de dentina particulada após exodontia de terceiros molares inferiores;
- Comparar clinicamente ambas as técnicas de reparo alveolar quanto à presença de edema, trismo, deiscência da sutura e coaptação dos bordos da ferida cirúrgica;
- Verificar, através de Escala Visual Analógica (VAS), a intensidade da dor local referida pelo paciente frente às técnicas de coágulo sanguíneo e dentina particulada autóloga;
- Comparar quantitativamente a cicatrização óssea dos alvéolos dentários de cada paciente através da densidade tomográfica dos alvéolos regenerados e da distância da crista óssea ao limite amelo-cementário dos segundos molares vizinhos ao local das extrações, 120 dias após o procedimento cirúrgico;
- Avaliar o aspecto histológico do grupo experimental e do grupo controle, por meio da coleta, processamento e análise microscópica de material mineralizado do núcleo dos alvéolos dentais regenerados de um paciente.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Aspectos éticos e legais

Este estudo clínico randomizado de boca dividida foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade de Passo Fundo (UPF) (parecer nº 6.868.361) e registrado na plataforma de Registro Brasileiro de Ensaios Clínicos (ReBEC, registro RBR-4h6h9fd). Antes de qualquer procedimento, os pacientes convidados a participar da pesquisa assinaram um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) específico.

4.2 Amostra

O cálculo amostral foi realizado com base no estudo de del Canto-Díaz et al. (2019). O desfecho HU (unidades Hounsfield) na área alveolar coronal após 16 semanas da intervenção foi utilizado como parâmetro. Considerou-se poder do teste de 0,9 e $\alpha=0,05$, obtendo-se um tamanho amostral de 9 pacientes na modalidade de boca dividida (18 alvéolos). Um paciente a mais foi estabelecido (10%), considerando-se possível perda na amostra, totalizando n=10 (Figura 1).

4.2.1 Critérios de inclusão

Foram incluídos no estudo pacientes ASA I ou II, entre 18 e 65 anos de idade, atendidos nas clínicas do Curso de Odontologia (CO) da UPF ou no Centro de Estudos Odontológico Meridional (CEOM), em Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil, com indicação cirúrgica de exodontia bilateral dos terceiros molares inferiores inclusos no mesmo tempo cirúrgico, e que estivessem de acordo com a assinatura do TCLE.

4.2.2 Critérios de exclusão

Os critérios de exclusão diziam respeito a pacientes ASA III, que declararam fazer uso de álcool, tabaco e/ou drogas ilícitas, ou que apresentavam doenças ou faziam uso contínuo de medicamentos que acometem o metabolismo ósseo. Pacientes nos quais seriam realizadas extrações unilaterais seriadas, que impossibilitaram o controle pós-operatório, também foram excluídos do estudo, bem como pacientes com terceiros molares semi-inclusos.

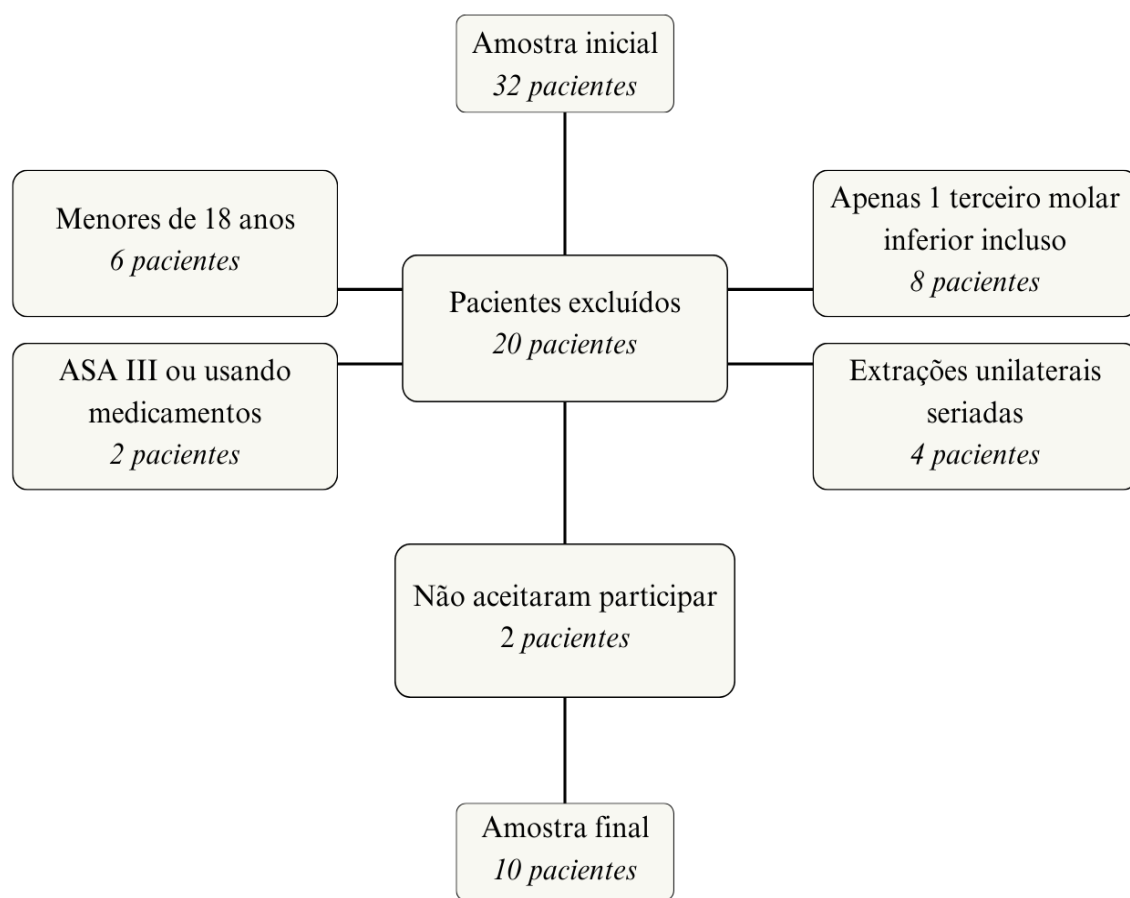


Figura 1 - Fluxograma da seleção de pacientes. Fonte: Autores.

4.3 Procedimentos pré-operatórios

Antes dos procedimentos cirúrgicos, foi realizada a randomização da técnica para cada paciente com auxílio do site random.org, sendo um lado da arcada indicado para exodontia e reparo alveolar com coágulo sanguíneo (técnica habitual, lado controle) e, na outra hemiarcada, uma exodontia com enxerto de dentina particulada autóloga (lado experimental), totalizando uma amostra de 10 alvéolos para cada grupo amostral. Além disso, imediatamente antes dos procedimentos, os pacientes fizeram uso de medicação pré-operatória, que consistiu em 1g de Amoxicilina + 4mg de Dexametasona.

4.4 Técnica cirúrgica para extração dos terceiros molares

Todos os procedimentos cirúrgicos foram realizados por um único cirurgião-dentista, especialista em Cirurgia e Traumatologia Bucomaxilofaciais. A técnica cirúrgica para extração dos terceiros molares seguiu os seguintes passos:

- Antissepsia intra-oral com clorexidina 0,12% (PerioGard®, Colgate-Palmolive, Nova Iorque, NY, EUA), com bochecho vigoroso durante 1 minuto;
- Antissepsia extra-oral com clorexidina 2% (Rioquímica®, São José do Rio Preto, SP, Brasil) em movimentos periorais circulares durante 2 minutos;
- Disposição dos campos operatórios;
- Técnica anestésica alveolar inferior e nervo longo bucal com Articaína 4% + Epinefrina 1:100000 (DFL Indústria e Comércio S/A, Jacarepaguá, RJ, Brasil) e agulha longa Unoject® (DFL Indústria e Comércio S/A, Jacarepaguá, RJ, Brasil);
- Incisões de Newmann modificada e/ou intrasulcular, conforme necessidade, escala de Pell e Gregory, e viabilizando fechamento primário da ferida operatória, realizada com lâmina de bisturi 15c;
- Descolamento mucoperiosteal com descolador de Moldt e afastamento com afastador de Minessota. As osteotomias oclusal e vestibular foram realizadas com peça de mão reta em baixa rotação acoplada a um motor elétrico configurado em 30.000 rpm, com brocas esféricas 06 e tronco-cônicas 701 e 702, sob irrigação contínua com soro fisiológico 0,9%;
- Luxação dentária primariamente realizada com extratores Seldin retos nº1, nº2 e apicais retos. Quando necessária, a odontosseção foi realizada com brocas tronco-cônicas 702 sob irrigação abundante;
- Após a exodontia, foi realizada a remoção do folículo pericoronário e curetagem alveolar com curetas de Lucas nº5, regularização do rebordo ósseo com lima para osso, e toaleta alveolar sob irrigação abundante com 60 mL de soro fisiológico.

4.5 Técnicas para regeneração alveolar

Após os procedimentos descritos para a extração dos terceiros molares, a ferida operatória de cada um dos lados da hemiarcada foi preenchida conforme a randomização prévia. Assim, no lado eleito para reparo habitual (lado controle), a ferida operatória foi preenchida com coágulo sanguíneo e suturada com pontos simples de fio de nylon 4-0, objetivando seu fechamento primário. No lado eleito para a utilização de dentina particulada (lado experimental), o procedimento se deu conforme descrito:

- Separação das porções coronária e radicular do dente extraído com broca 702 sob irrigação, com posterior raspagem e remoção do ligamento periodontal do remanescente radicular com curetas de Gracey e lâmina 15c (Figura 2a);

- Para limpeza da raiz extraída, submersão em solução de hidróxido de sódio (NaOH) a 5% (Êxodo Científica, Sumaré, SP, Brasil) e 30% de álcool (Êxodo Científica, Sumaré, SP, Brasil) por 10 minutos;
- Lavagem da raiz com soro fisiológico corrente por 2 minutos (del Canto-Díaz *et al.*, 2019);
- Trituração da raiz em particulador de dentina manual do tipo pilão (Thimon Instrumentos Cirúrgicos Ltda, São Paulo, SP, Brasil) (Figura 2b, c e d);
- Inserção da dentina particulada no alvéolo (Figura 3a);
- Sutura com pontos simples de nylon 4-0 visando o fechamento primário da ferida cirúrgica (Figura 3b).



Figura 2a - Porção radicular do dente extraído. **2b** - Trituração em particulador de dentina manual. **2c** e **d** - Resultado da dentina após trituração. Fonte: Autores.

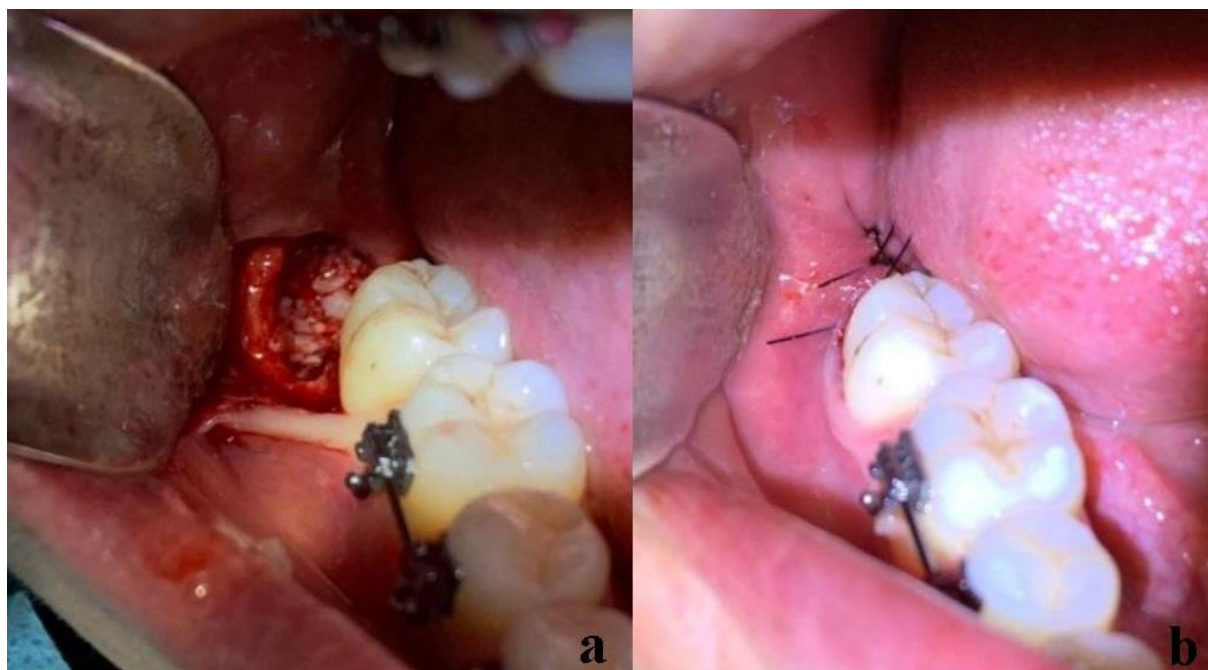


Figura 3a - Inserção da dentina particulada no alvéolo. **3b** - Fechamento da ferida cirúrgica com sutura. Fonte: Autores.

4.6 Procedimentos pós-operatórios

Foi prescrita a cada paciente uma medicação pós-operatória constituída de Amoxicilina 500mg (de 8/8 horas durante 7 dias), Dexametasona 4mg (de 8/8 horas durante 3 dias), Dipirona 1g (de 8/8 horas durante 3 dias) e clorexidina 0,12% (10mL bochechados 2x ao dia durante 1 minuto). Para pacientes com alergia referida à Amoxicilina, a mesma foi substituída por Clindamicina 300mg (de 12/12 horas durante 7 dias). Já pacientes com alergia referida a Dipirona tiveram a mesma substituída por Paracetamol 750mg (de 6/6 horas durante 3 dias). Nos casos em que o paciente referiu dor forte, a analgesia foi feita utilizando Toragesic (Cetorolaco trometamol) 10mg sublingual (de 8/8 horas).

As avaliações clínicas pós-operatórias foram realizadas no sétimo (7º) e vigésimo-primeiro (21º) dias após as extrações dentárias, com a remoção da sutura seriada conforme as datas das revisões. Nessas ocasiões, dados do paciente quanto à presença de edema, deiscência da sutura, coaptação dos bordos da ferida cirúrgica, ou se era possível a visualização clínica do material de enxerto, foram anotados em ficha clínica própria. A escala VAS foi utilizada para medir a intensidade da dor local referida pelo paciente.

4.7 Análise tomográfica da densidade óssea

No pós-operatório de 120 dias, uma tomografia computadorizada do tipo *cone beam* foi realizada com um aparelho i-CAT Classic® (Imaging Sciences International, Hatfield, Pensilvânia, EUA), seguindo o protocolo de campo de visão (FOV) de 6cm, tamanho do voxel

de 0,3mm e tempo de varredura de 20s. Na tela “*implant screen*” do software i-CAT Vision®, foram feitos ajustes de brilho, contraste e pontos utilizados para determinar o plano de reformatação panorâmica. A espessura deste plano (15 a 3mm) também foi alterada para obter uma reformatação que passasse bem pelo centro do alvéolo do terceiro molar.

As medidas subsequentes foram adaptadas conforme a metodologia preconizada por Ferreira Júnior et al. (2018). As medidas da distância da crista óssea alveolar distal até a junção cimento-esmalte (JCE) dos segundos molares imediatamente anteriores ao local da cirurgia foram feitas utilizando a ferramenta de distância, traçando-se uma linha reta do ponto mais coronal da crista óssea até o ponto mais apical do esmalte; já as medidas em HU da densidade óssea foram realizadas por meio da ferramenta “*HU statistics*” com a qual foi traçado um quadrado com 8mm² de área, localizado a 5mm da face distal do segundo molar e 1mm abaixo de uma linha horizontal determinada pela crista óssea mesial dos segundos molares inferiores (Figura 4).

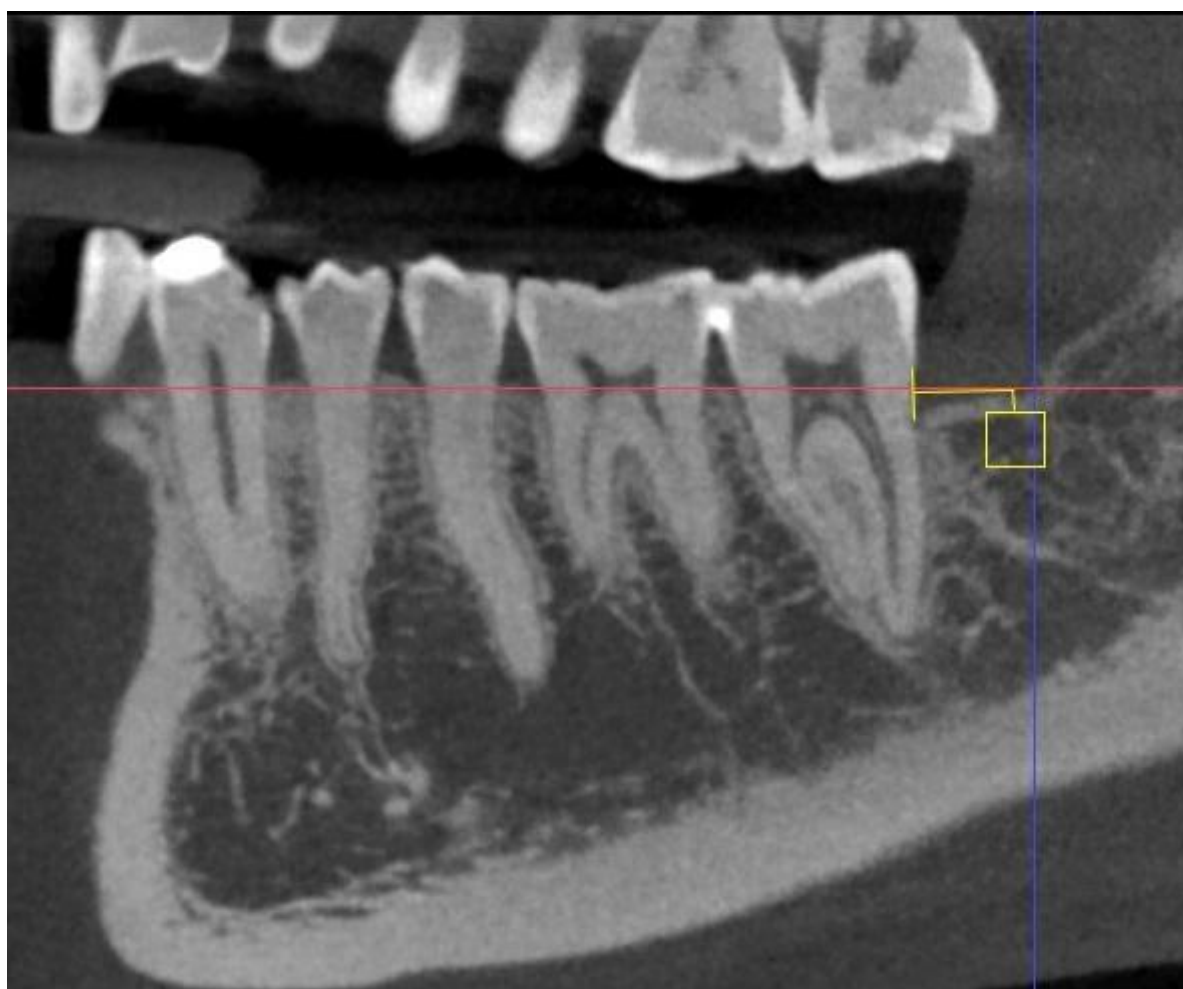


Figura 4 - Traçado do quadrado com 8mm² de área para medida da densidade óssea. O traçado foi localizado a 5mm da face distal do segundo molar e 1mm abaixo de uma linha horizontal (vermelha) determinada pela crista óssea mesial dos segundos molares inferiores. Fonte: Autores.

4.8 Análise histológica

Aos 120 dias da cirurgia de extração, também foi realizada, em um único paciente, uma biópsia do núcleo dos alvéolos (lado experimental e lado controle). Para tanto, utilizou-se uma broca trefina de 2,5mm, através de incisões linear na crista do rebordo e relaxante na mucosa vestibular, a fim de expor o local da exodontia. Após a desinfecção da área com clorexidina 0,12%, realizou-se anestesia local troncular pelas técnicas alveolar inferior e nervo longo bucal com Articaina 4% + Epinefrina 1:100000 e agulha longa Unoject®. A trefina foi posicionada na região do fundo do alvéolo e girada para remover um cilindro de tecido duro cicatricial. Uma sutura com ponto simples de nylon 4-0 foi realizada no local.

O tecido coletado foi colocado imediatamente em formalina neutra a 10% e enviado para análise qualitativa. Cada amostra foi submersa em ácido fórmico a 10% até a descalcificação total, cujo ponto final foi determinado fisicamente, levando em média 7 dias. As amostras foram então desidratadas em banhos de álcool de concentrações crescentes (70% a 100%), clarificadas com xilol e embebidas em parafina, cortadas em seções de 4µm de espessura, e coradas com hematoxilina-eosina (HE). A análise histológica das peças foi feita por uma cirurgiã-dentista especialista em Patologia Bucal, adotando-se procedimento de cegamento para os lados de obtenção do espécime tecidual (experimental e controle). Foi utilizado um microscópio óptico Zeiss Kf2 Binocular (Carls Zeiss, Oberkochen, Baden-Württemberg, Alemanha), equipado com objetivas x3.2, x10, x40 e x100.

4.9 Análise estatística

Uma análise descritiva das variáveis “dor”, “edema”, “deiscência da sutura”, “coaptação dos bordos”, “visualização do enxerto” e “outras complicações” foi realizada. Os resultados das observações tomográficas da densidade alveolar e distância do limite amelocementário à crista óssea distal dos segundos molares vizinhos à extração foram analisados através do software IBM SPSS Statistics versão 30.0 (IBM Corporation, Armonk, Nova York, EUA), utilizando-se o teste t pareado a um nível de significância de 5%. O aspecto histopatológico dos lados experimental e controle foi detalhado a partir da descrição de campos teciduais representativos, eleitos pela patologista responsável pela análise.

5. RESULTADOS

Dos 10 pacientes incluídos no estudo, a maioria tinha 18 anos (60%) e era do sexo masculino (60%). Os demais participantes (40%) tinham entre 19 e 22 anos de idade.

No pós-operatório de 7 dias, no lado controle, a maior parte dos pacientes apresentou níveis de dor 1 (30%) e 2 (30%), levando-se em consideração a Escala VAS. Houve 1 caso de deiscência de sutura com coaptação insatisfatória dos bordos da ferida, sendo que um paciente apresentou supuração leve. No lado experimental a maior parte dos pacientes apresentou dor nível 1 (40%) e 2 (40%), segundo a Escala VAS. Não houve casos de deiscência de sutura, trismo ou complicações adicionais, e a coaptação dos bordos das feridas foi satisfatória em todos os casos. Edema foi observado em 9 pacientes (90%) do grupo experimental e 9 (90%) pacientes do grupo controle.

No pós-operatório de 21 dias não houve relatos de dor ou edema. No lado experimental, foi observado 1 caso de deiscência de sutura sem coaptação dos bordos da ferida. Não houve visualização do enxerto ou complicações adicionais. No lado controle, três casos de deiscência de sutura ocorreram, também sem coaptação dos bordos da ferida e sem complicações adicionais.

No pós-operatório de 120 dias, clinicamente todos os pacientes apresentaram cicatrização satisfatória, sem complicações adicionais.

As medidas resultantes das análises tomográficas estão descritas na Tabela 1. A distância da crista óssea alveolar até a JCE na superfície distal dos segundos molares não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p=0,444$) (Figura 5a). Já a diferença das médias de densidade óssea alveolar para o grupo controle e grupo experimental foram estatisticamente significativas ($p=0,002$) (Figura 5b). Exemplos das medidas tomográficas dos lados experimental e controle de um mesmo paciente são mostradas nas Figuras 6a, 6b, 6c e 6d.

Tabela 1 - Medidas (mm) da distância da crista óssea alveolar até a JCE nas distais dos segundos molares, e medidas (UH) da densidade óssea do alvéolo do terceiro molar.

	Controle		Experimental		t	p
	Média	DP	Média	DP		
Distância	3,510	1,953	3,800	1,671	-0,80	0,444
Densidade	263,3	132,9	486,0	171,8	-4,18	0,002

Fonte: Autores.

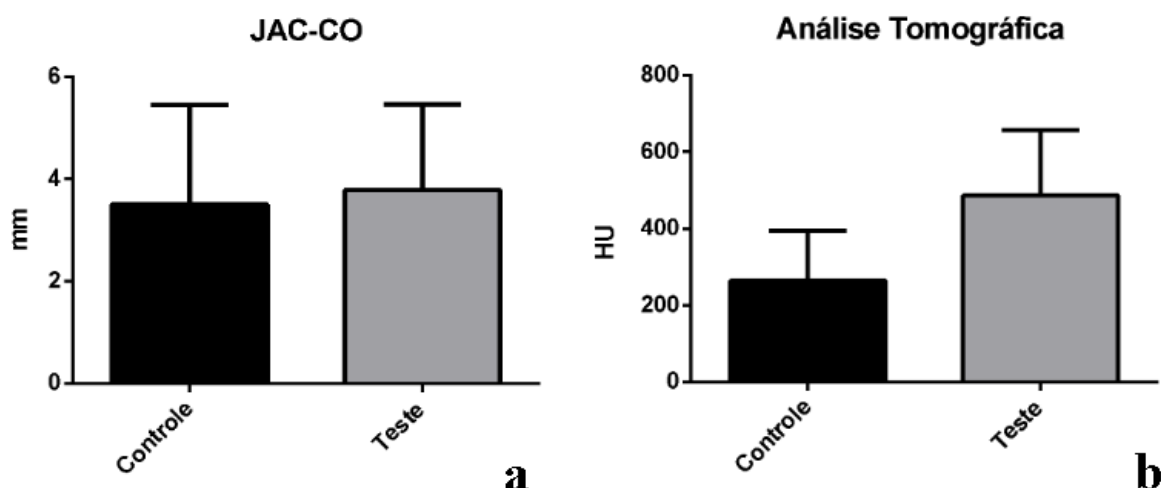


Figura 5a - Representação gráfica das medidas (mm) da distância da crista óssea alveolar até a JCE nas faces distais dos segundos molares. **5b** - Representação gráfica das medidas (UH) da densidade óssea do alvéolo do terceiro molar nos lados controle e experimental. Fonte: Autores.

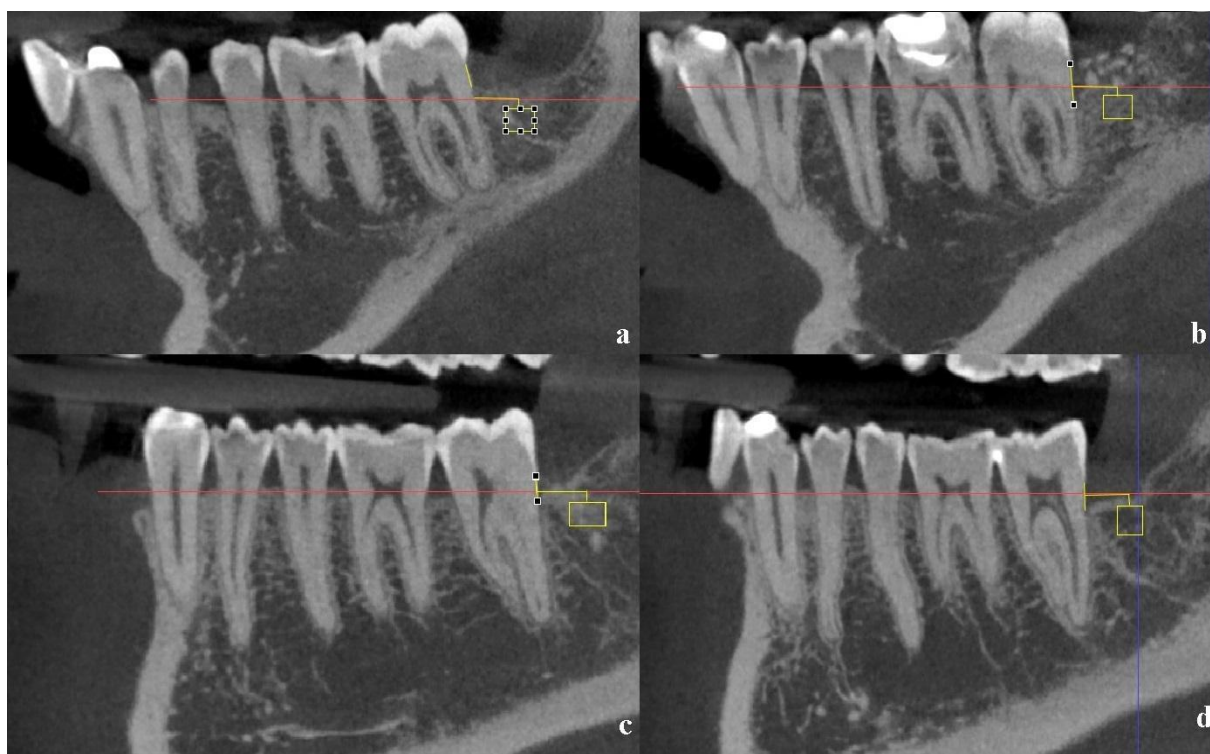


Figura 6a e b - Marcação para medida tomográfica do lado experimental (dente 38, lado esquerdo) e lado teste (dente 48, lado direito) no mesmo paciente. **6c e d** - Marcação para medida tomográfica do lado experimental (dente 38, lado esquerdo) e lado teste (dente 48, lado direito) no mesmo paciente. Fonte: Autores.

Na análise microscópica do tecido obtido por trefina, os cortes histológicos representativos do lado experimental mostraram uma faixa de tecido conjuntivo com fibras colágenas espessas e muito densas, acompanhadas de alta celularidade fibroblástica (Figura 7a). Havia a presença de dentina canaliculada contendo os prolongamentos dos odontoblastos no lúmen (Figura 7b) e intensa produção de fibras colágenas circundando a dentina, com numerosos fibroblastos maduros (Figura 7c). Na outra extremidade, observava-se a presença de células gigantes

multinucleadas a corpo estranho sobre o mesmo colágeno fibroso e hipercelularizado, e escassos capilares sanguíneos (Figura 7d).

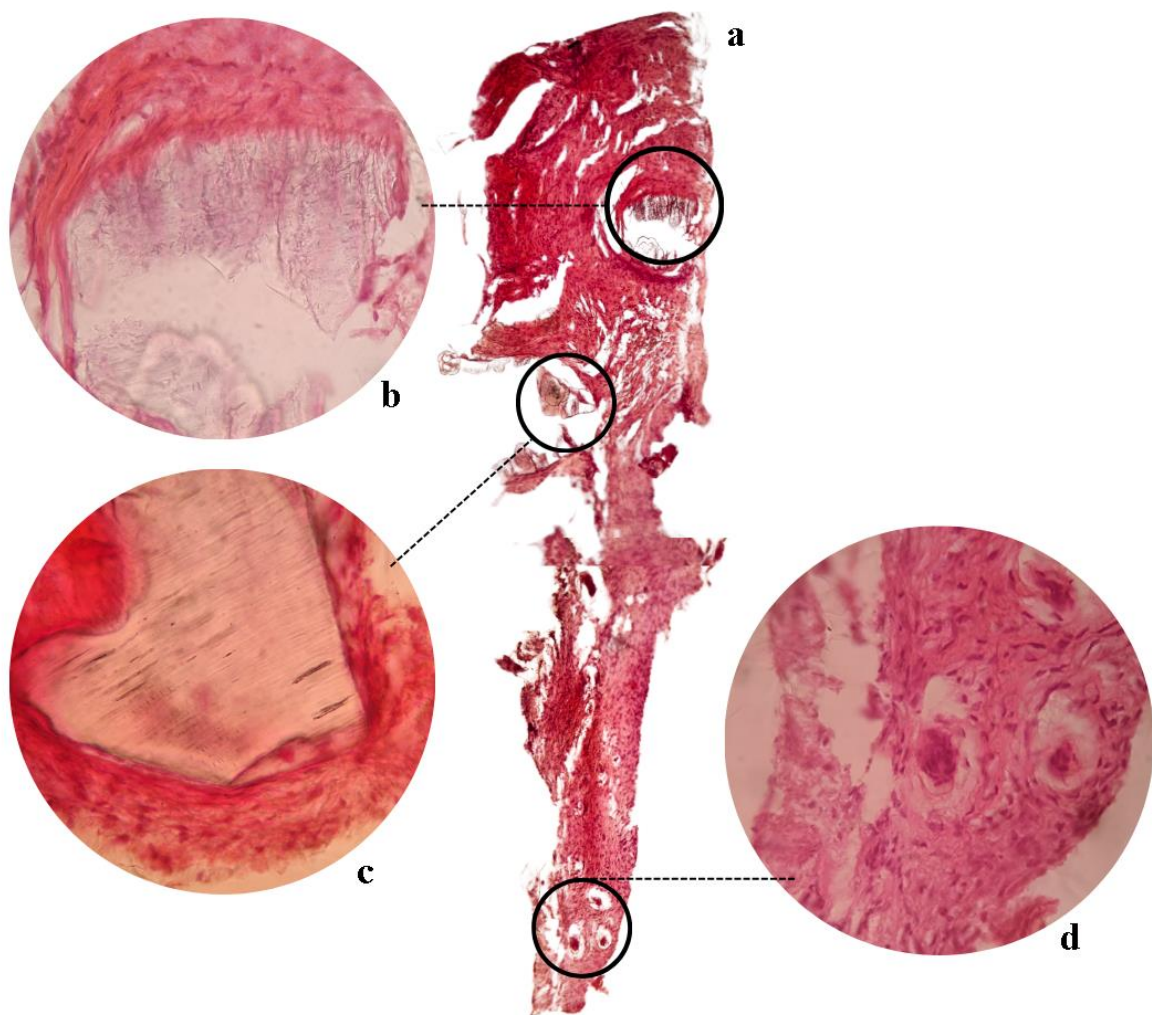


Figura 7a - Corte histológico corado com HE de amostra coletada do lado experimental (x3.2). **7b** - Dentina canaliculada contendo os prolongamentos dos odontoblastos no lúmen (x400). **7c** - Fibras colágenas circundando a dentina (x400). **7d** - Células gigantes multinucleadas em colágeno fibroso e hipercelularizado (x400). Fonte: Autores.

Os cortes do lado controle mostravam uma faixa de tecido conjuntivo fibroso hialinizado, com celularidade usual, fibras colágenas típicas (Figura 8a) e alguns capilares (Figura 8b). Numa das extremidades havia epitélio estratificado pavimentoso paraceratinizado da mucosa mastigatória. Em outras áreas, presença de trabéculas soltas de osso compacto não lamelar. Havia osteoblastos e osteócitos viáveis e em algumas trabéculas os espaços medulares eram reduzidos e preenchidos por fibrose (Figura 8c). Encontravam-se ainda escassas células gigantes multinucleadas distribuídas junto do tecido fibroso (Figura 8d).

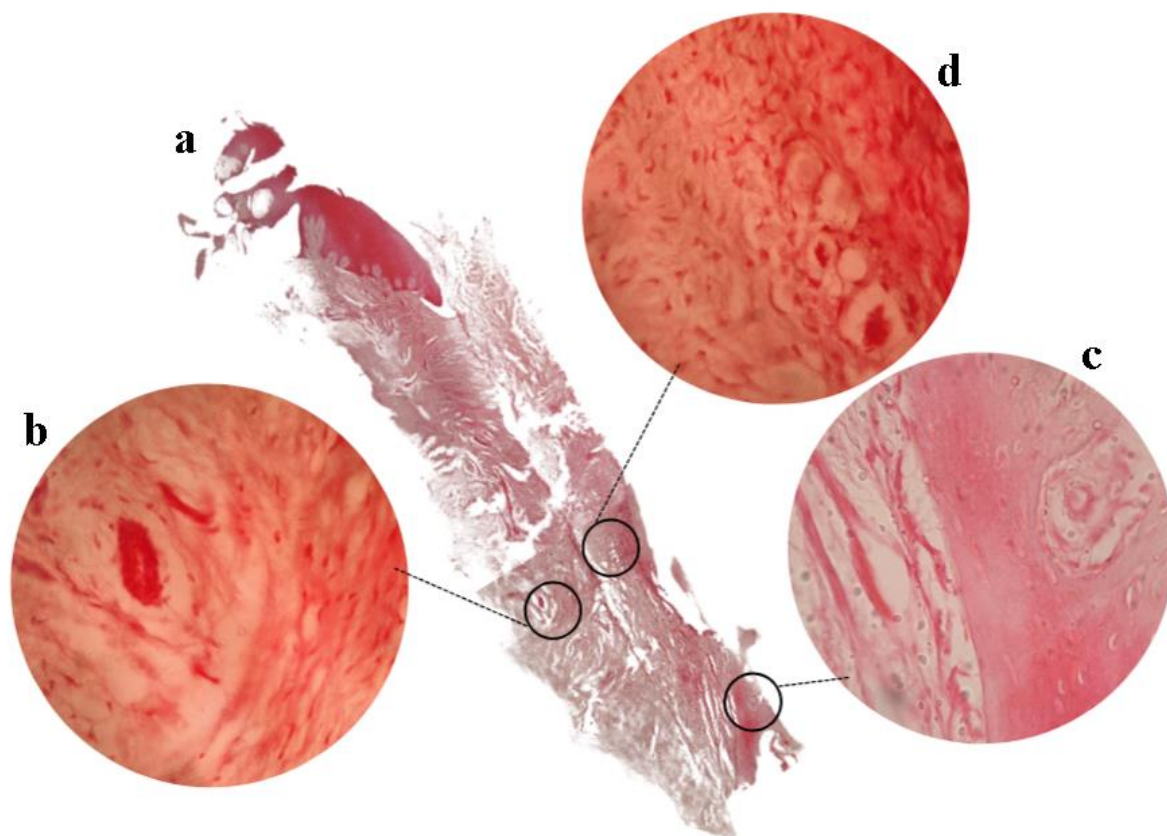


Figura 8a - Corte histológico corado com HE de amostra coletada do lado controle (x3.2). **8b** - Capilares no tecido conjuntivo fibroso (x400). **8c** - Trabéculas soltas de osso compacto não lamelar, com osteócitos viáveis (x400). **8d** - Células gigantes multinucleadas junto do tecido fibroso (x400). Fonte. Autores.

6. DISCUSSÃO

O uso de dentes extraídos como material alternativo de enxerto ósseo para compensar as desvantagens dos aloenxertos, xenoenxertos e enxertos sintéticos foi preconizado por Kim *et al.* (2010). Desde então, as possíveis formas de aplicações do enxerto de dentina como substituto ósseo incluem seu processamento via procedimentos de desmineralização ou como um material autólogo fresco, na forma de blocos ou partículas (Kim *et al.*, 2010; Schwarz *et al.*, 2016; Andrade *et al.*, 2019; de Biase *et al.*, 2020; Brunello *et al.*, 2022). Esta última alternativa é a descrita neste estudo, que buscou comparar os resultados clínicos, tomográficos e histológicos no reparo de alvéolos de terceiros molares inferiores após extração dentária, com e sem a utilização de dentina autóloga particulada. Embora vários protocolos e métodos de processamento de biomateriais de dentina já tenham sido empregados, potencialmente influenciando os resultados, estes permaneceram promissores (Olchoway *et al.*, 2024), principalmente pela possibilidade de padronização dos casos e viabilidade da realização de estudos de boca dividida.

Na avaliação clínica pós-operatória de 7 e 21 dias, observaram-se resultados comparáveis nos quesitos “dor” e “edema” para os lados enxertados com dentina particulada (grupo experimental) e coágulo sanguíneo (grupo controle), com escores de dor baixo e que se resolveram em até 21 dias. Houve apenas uma deiscência de sutura com coaptação insatisfatória dos bordos, e um caso de supuração leve aos 7 dias no lado controle. Não houveram complicações adicionais, apenas um caso de deiscência de sutura na lado experimental aos 21 dias, enquanto que no lado controle observaram-se três casos. Porém, não necessariamente as complicações do lado de controle levantam preocupações sobre a confiabilidade do método convencional. A exodontia de ambos os dentes num mesmo tempo cirúrgico pode gerar maior trauma local, aumentando a probabilidade de inflamação e interferindo na cicatrização. Em alguns casos, a sobrecarga de pressão na região, especialmente se o paciente fizer movimentos de mastigação ou outros esforços que possam afetar a sutura, também pode contribuir para a abertura da ferida, especialmente se os cuidados do pós-operatório não forem seguidos corretamente pelo paciente. Assim, a razão para essa diferença entre os lados controle e experimental é relativa, mas parece independe da presença do enxerto de dentina autóloga (Morjaria, Wilson e Palmer, 2012).

Nesse sentido, Munhoz *et al.* (2006) realizaram uma comparação direta para sequelas pós-operatórias entre lados enxertados de teste (que receberam xenoenxerto) e controle (que não

receberam enxerto). Os locais que não foram tratados com enxerto foram menos dolorosos e tiveram menor incidência de infecção no pós-operatório. Os resultados de Thronndson e Sexton (2002) demonstraram que o enxerto pode aumentar o risco de deiscência da ferida, mas também descreveram uma maior incidência de alvéolo seco e dor nos locais não enxertados. Estes resultados são contrários aos nossos, podendo ser devido à natureza variável dos diferentes materiais de enxerto usados ou variações no gerenciamento do local e nos protocolos pós-operatórios entre os estudos. Nota-se também que estudos mais recentes utilizando a dentina particulada como material de enxerto falham em relatar sequelas pós-operatórias ou níveis de dor, o que dificulta essa comparação.

Na observação das medidas tomográficas, não houve diferença significativa na distância da crista óssea alveolar distal dos segundos molares até a JCE ($p=0,444$), mas foi observada diferença significativa na densidade óssea média ($p=0,002$), indicando melhor qualidade óssea no grupo experimental. Estes resultados concordam parcialmente com aqueles de del Canto-Díaz *et al.* (2019), cujo estudo piloto de boca dividida avaliou a preservação alveolar com dentina autóloga no lado experimental e cicatrização espontânea no lado controle. Quando a distância da base do alvéolo até a crista do córtex lingual foi calculada, os autores notaram maior perda óssea no grupo controle do que no grupo experimental (1,77 vs. 0,42mm). Também foi avaliada a densidade óssea nas áreas coronal, medial e apical, obtendo-se um valor densitométrico médio de 922,68UH em 16 semanas no grupo experimental, em comparação com 564,35UH no grupo controle, com diferença estatisticamente significativa.

Sánchez-Labrador *et al.* (2020), em seu ensaio clínico de boca dividida, também avaliaram a eficácia da dentina autógena para a regeneração de defeitos periodontais causados por perda óssea associada à extração de terceiro molar inferior impactado. Os quinze pacientes submetidos à cirurgia de extração bilateral (30 terceiros molares) receberam dentina como material de enxerto no lado experimental, enquanto o lado controle cicatrizou espontaneamente. A manutenção da crista óssea alveolar foi avaliada seis meses após a cirurgia, mostrando uma redução significativa na profundidade de sondagem do grupo experimental em comparação ao grupo controle. Da mesma forma, na avaliação da densidade óssea, verificou-se uma maior densidade no grupo experimental (1538,93HU) em relação ao grupo controle (1122,26HU). Assim, a dentina autógena foi considerada um biomaterial eficaz para regeneração óssea após extração de terceiro molar inferior impactado.

No presente estudo a diferença significativa na densidade óssea média entre os lados com ou sem enxerto corrobora com os estudos apresentados. Já foi demonstrado que as melhoras na qualidade óssea em alvéolos enxertados com dentina autóloga decorrem da estrutura e

características físico-químicas da dentina, que podem ser consideradas semelhantes ao osso humano (Kim *et al.*, 2014). Ao realizar um estudo com espectroscopia de energia dispersiva de Raios-X (EDS) por microscopia eletrônica de varredura (MEV), Schwarz *et al.* (2016) encontraram porcentagens de cálcio ($23.42 \pm 0.34\%$) e fosfato ($9.51 \pm 0.11\%$) na dentina de dentes humanos extraídos semelhantes às do osso.

Quanto ao fato de não ter sido observada diferença na altura entre crista óssea alveolar distal dos segundos molares vizinhos aos locais das exodontias e JCE comparando-se os lados com ou sem enxerto, deve-se ponderar que mesmo em se tratando de um estudo de boca dividida (mesmo paciente), podem haver diferenças no posicionamento dos terceiros molares inferiores direito e esquerdo (Yang *et al.*, 2023). Na presente pesquisa notou-se que em alguns casos os dentes estavam muito próximos do segundo molar, fazendo com que a odontosecção e a osteotomia comprometessem a crista óssea distal do segundo molar, tornando-a assim um ponto de referência inadequado para avaliação da viabilidade do material de enxertia na manutenção da altura alveolar.

Além das características físico-químicas, a forma de utilização da dentina também parece importante e foi considerada para este estudo. Nampo *et al.* (2010) demonstraram que o uso da dentina particulada é uma vantagem, já que as partículas resultam em um volume 2-3 vezes maior que o volume do dente inteiro. Ademais, a presença de espaços entre as partículas e de micro e macroporos podem permitir a infiltração de vasos sanguíneos e células osteogênicas.

Avaliando a expressão do VEGF induzido pela dentina desmineralizada e particulada utilizada como material de enxerto ósseo em alvéolos dentários de ratos, Reis-Filho *et al.* (2012) demonstraram um aumento significativo no tecido ósseo neoformado em 7, 14 e 21 dias, bem como um aumento significativo na expressão de VEGF nos dias 7 e 14, demonstrando que a dentina particulada estimula a deposição óssea e a formação de vasos sanguíneos no local, tendo potencial osteoindutor/osteocondutor. Essa observação sugere que a dentina humana pode estimular os osteoblastos a produzir VEGF, o que seria fundamental para facilitar a formação de novos vasos sanguíneos durante o processo de reparo ósseo. Esse mecanismo ajudaria na comunicação entre os osteoblastos e as células endoteliais, promovendo uma regeneração óssea vantajosa em comparação a espaços não enxertados.

De fato, quando observadas as características histológicas dos lados preenchidos com dentina particulada vs. coágulo sanguíneo, verificou-se que o lado experimental apresentou alta atividade fibroblástica e produção intensa de colágeno, sugerindo uma regeneração óssea mais ativa e um processo cicatricial mais eficaz. Enquanto isso, o lado controle mostrou um tecido conjuntivo mais típico, com menor atividade celular, sugerindo que a regeneração e cicatrização

foram mais lentas ou menos eficazes. Estes resultados vão ao encontro dos de Oliveira et al. (2013), que avaliaram histologicamente e imuno-histoquimicamente feridas alveolares de ratos preenchidas com matriz de dentina humana desmineralizada. Segundo estes autores, foi observado que nos locais experimentais a cicatrização estava avançada em relação com os locais de controle (coágulo sanguíneo) durante todo o período de observação. A dentina não foi degradada, mas incorporada ao osso trabecular.

A capacidade da dentina de promover e acelerar o processo de cicatrização óssea pode ser explicada por sua origem embriológica comum e composição similar à do osso (Kim *et al.*, 2013). Tanto a dentina quanto o osso têm proteínas não colágenas pertencentes à família SIBLING (Small Integrin-Binding Ligand, N-linked Glycoprotein), incluindo a sialofosfoproteína da dentina (DSPP), a proteína 1 da matriz da dentina (DMP1), a sialoproteína óssea (BSP) e a osteopontina (OPN). Além disso, BMPs, TGF- β , IGF-I e IGF-II foram detectados na dentina humana, e todos estão envolvidos no processo de formação óssea (Andrade *et al.*, 2019).

Brunello *et al.* (2020) também detectaram DSPPs em culturas de dentina particulada. Essas são as proteínas ácidas não colágenas mais prevalentes presentes na dentina, desempenhando papéis importantes durante a mineralização do tecido e são amplamente expressas na dentina em vez de no osso. As DSPPs também compartilham uma composição comparável com a OPN e a BSP e estão envolvidas no processos de migração celular, fixação e mineralização das células mesenquimais dentárias (Brunello *et al.*, 2022). Assim, locais enxertados com dentina autóloga tendem a apresentar uma cicatrização mais avançada e regeneração óssea precoce. O mesmo foi demonstrado histologicamente pelo estudo em cães beagle de Calvo-Guirado *et al.* (2018), onde a formação de novo osso bem organizado e a presença de maiores porcentagens de osso maduro foram detectados nos locais enxertados com dentina particulada em comparação aos locais não enxertados.

Diante do exposto na presente pesquisa e dos resultados clínicos, tomográficos e histológicos promissores apresentados pela dentina particulada como enxerto em alvéolos pós-extração de terceiros molares inferiores, mais estudos podem ser realizados nesta temática. Sugerem-se estudos de acompanhamento superior a quatro meses, estudos comparativos da dentina autóloga particulada com outros materiais de enxerto, análises envolvendo biomarcadores teciduais e investigações que incluam pacientes com comorbidades ou características específicas, como diabetes e osteoporose. Investigações adicionais podem incluir métodos imunohistoquímicos para a análise de marcadores da angiogênese ou marcados celulares de fluorescência para observar interações celulares envolvidas no processo.

7. CONCLUSÕES

- As técnicas de reparo alveolar se mostraram comparáveis quanto à dor, edema e visualização clínica do material de enxerto, sugerindo que ambas são eficazes no controle desses fatores pós-operatórios;
- O uso de dentina particulada se destacou clinicamente por ter menos ocorrências de deiscência da sutura e índices de falha na coaptação dos bordos da ferida cirúrgica em comparação ao coágulo sanguíneo;
- O reparo de alvéolos de terceiros molares após extração dentária demonstrou resultados superiores na densidade óssea tomográfica nos lados que receberam dentina particulada, quando comparados aos alvéolos tratados com coágulo sanguíneo, embora não tenha sido observada diferença significativa na altura óssea alveolar entre as técnicas;
- O aspecto histológico descrito no lado experimental se mostrou mais favorável, evidenciando um quadro de maturidade e organização celular mais avançados quando comparado à análise microscópica do lado controle;
- A preservação alveolar utilizando dentina autóloga particulada se mostrou uma opção interessante, carecendo no entanto de mais estudos confirmatórios.

REFERÊNCIAS

- AL-ASFOUR, A.; FARZAD, P.; ANDERSSON, L.; JOSEPH, B.; DAHLIN, C. Host tissue reactions of non-demineralized autogenic and xenogenic dentin blocks implanted in a non-osteogenic environment. An experimental study in rabbits. *Dent Traumatol*, v.30, n.3, 198-203, 2014. doi: 10.1111/edt.12066.
- ANDRADE, C.; CAMINO, J.; NALLY, M.; QUIRYNEN, M.; MARTÍNEZ, B.; PINTO, N. Combining autologous particulate dentin, L-PRF, and fibrinogen to create a matrix for predictable ridge preservation: A pilot clinical study. *Clin Oral Investig*, v.24, n.3, p.1151-1160, 2020. doi: 10.1007/s00784-019-02922-z.
- ARANA-CHAVEZ, V. E.; MASSA, L. F. Odontoblasts: The cells forming and maintaining dentine. *Int J Biochem Cell Biol*, v.36, n.8, p.1367-1373, 2004. doi: 10.1016/j.biocel.2004.01.006.
- ATIEH, M. A.; ALSABEEHA, N. H.; PAYNE, A. G.; DUNCAN, W.; FAGGION, C. M.; ESPOSITO, M. Interventions for replacing missing teeth: alveolar ridge preservation techniques for dental implant site development. *Cochrane Database Syst Rev*, v.2015, n.5, p.CD010176, 2015. doi: 10.1002/14651858.CD010176.pub2.
- AVERY, S. J.; SADAGHIANI, L.; SLOAN, A. J.; WADDINGTON, R. J. Analysing the bioactive makeup of demineralised dentine matrix on bone marrow mesenchymal stem cells for enhanced bone repair. *Eur Cell Mater*, v.34, p.1-14, 2017. doi: 10.22203/eCM.v034a01.
- BRUNELLO, G.; ZANOTTI, F.; SCORTECCI, G.; SAPOZNIKOV, L.; SIVOLELLA, S.; ZAVAN, B. Dentin particulate for bone regeneration: An in vitro study. *Int J Mol Sci*, v.23, n.16, p.9283, 2022. doi: 10.3390/ijms23169283.
- CALVO-GUIRADO, J. L.; MATÉ-SÁNCHEZ DE VAL, J. E.; RAMOS-OLTRA, M. L.; PÉREZ-ALBACETE MARTÍNEZ, C.; RAMÍREZ-FERNÁNDEZ, M. P.; MAIQUEZ-GOSÁLVEZ, M.; GEHRKE, S. A.; FERNÁNDEZ-DOMÍNGUEZ, M.; ROMANOS, G. E.; DELGADO-RUIZ, R. A. The use of tooth particles as a biomaterial in post-extraction sockets. experimental study in dogs. *Dent J (Basel)*, v.6, n.2, p.12, 2018. doi: 10.3390/dj6020012.
- CANULLO, L.; PELLEGRINI, G.; CANCIANI, E.; HEINEMANN, F.; GALLIERA, E.; DELLAVIA, C. Alveolar socket preservation technique: Effect of biomaterial on bone regenerative pattern. *Ann Anat*, v.206, p.73-79, 2016. doi: 10.1016/j.aanat.2015.05.007.
- COLEMAN, M.; MCCORMICK, A.; LASKIN, D. M. The incidence of periodontal defects distal to the maxillary second molar after impacted third molar extraction. *J Oral Maxillofac Surg*, v.69, n.2, p.319-321, 2011. doi: 10.1016/j.joms.2010.10.011.
- DE BIASE, A.; MAZZUCCHI, G.; DI NARDO, D.; LOLLOBRIGIDA, M.; SERAFINI, G.; TESTARELLI, L. Prevention of periodontal pocket formation after mandibular third molar extraction using dentin autologous graft: A split mouth case report. *Case Rep Dent*, v.2020, p.1762862, 2020. doi: 10.1155/2020/1762862.
- DE OLIVEIRA, G. S.; MIZIARA, M. N.; SILVA, E. R.; FERREIRA, E. L.; BIULCHI, A. P.; ALVES, J. B. Enhanced bone formation during healing process of tooth sockets filled with

demineralized human dentine matrix. *Aust Dent J*, v.58, n.3, p.326-332, 2013. doi: 10.1111/adj.12088.

DEL CANTO-DÍAZ, A.; DE ELÍO-OLIVEROS, J.; DEL CANTO-DÍAZ, M.; ALOBERA-GRACIA, M. A.; DEL CANTO-PINGARRÓN, M.; MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, J. M. Use of autologous tooth-derived graft material in the post-extraction dental socket. Pilot study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, v.24, n.1, p.e53-e60, 2019. doi: 10.4317/medoral.22536.

FARIA-ALMEIDA, R.; ASTRAMSKAITE-JANUSEVICIENE, I.; PUISYS, A.; CORREIA, F. Extraction socket preservation with or without membranes, soft tissue influence on post extraction alveolar ridge preservation: A systematic review. *J Oral Maxillofac Res*, v.10, n.3, p.e5, 2019. doi: 10.5037/jomr.2019.10305.

FERNÁNDEZ, R. F.; BUCCHI, C.; NAVARRO, P.; BELTRÁN, V.; BORIE, E. Bone grafts utilized in dentistry: an analysis of patients' preferences. *BMC Med Ethics*, v.16, n.1, p.71, 2015. doi: 10.1186/s12910-015-0044-6.

FERREIRA JÚNIOR, O.; MUNHOZ, E. A.; SEGANTIN, J. F.; GONÇALES, E. S.; CARVALHO, P. S. P. Tomographic late evaluation of xenogeneic bone grafts in sockets of impacted third molars. *J Appl Oral Sci*, v.26, p.e20170396, 2018. doi: 10.1590/1678-7757-2017-0396.

FILLINGHAM, Y.; JACOBS, J. Bone grafts and their substitutes. *Bone Joint J*, v.98-B, n.1 Suppl A, p.6-9, 2016. doi: 10.1302/0301-620X.98B.36350.

GEIGER, F.; BERTRAM, H.; BERGER, I.; LORENZ, H.; WALL, O.; ECKHARDT, C.; SIMANK, H. G.; RICHTER, W. Vascular endothelial growth factor gene-activated matrix (VEGF165-GAM) enhances osteogenesis and angiogenesis in large segmental bone defects. *J Bone Miner Res*, v.20, n.11, p.2028-2035, 2005. doi: 10.1359/JBMR.050701.

GOLDHAHN, J.; FÉRON, J. M.; KANIS, J.; PAPAPOULOS, S.; REGINSTER, J. Y.; RIZZOLI, R.; DERE, W.; MITLAK, B.; TSOUDEROS, Y.; BOONEN, S. Implications for fracture healing of current and new osteoporosis treatments: An ESCEO consensus paper. *Calcif Tissue Int*, v.90, n.5, p.343-353, 2015. doi: 10.1007/s00223-012-9587-4.

GOMES, M. F.; VALVA, V. N.; VIEIRA, E. M.; GIANNASI, L. C.; SALGADO, M. A.; VILELA-GOULART, M. G. Homogenous demineralized dentin matrix and platelet-rich plasma for bone tissue engineering in cranioplasty of diabetic rabbits: Biochemical, radiographic, and histological analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg*, v.45, n.2, p.255-266, 2016. doi: 10.1016/j.ijom.2015.09.009.

GUAL-VAQUÉS, P.; POLIS-YANES, C.; ESTRUGO-DEVESA, A.; AYUSO-MONTERO, R.; MARI-ROIG, A.; LÓPEZ-LÓPEZ, J. Autogenous teeth used for bone grafting: A systematic review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, v.23, n.1, p.e112-e119, 2018. doi: 10.4317/medoral.22197.

HALLMAN, M.; THOR, A. Bone substitutes and growth factors as an alternative/complement to autogenous bone for grafting in implant dentistry. *Periodontol 2000*, v.47, p.172-192, 2008. doi: 10.1111/j.1600-0757.2008.00251.x.

HASSAN, K. S.; MAREI, H. F.; ALAGL, A. S. Does grafting of third molar extraction sockets enhance periodontal measures in 30- to 35-year-old patients? *J Oral Maxillofac Surg*, v.70, n.4, p.757-764, 2012. doi: 10.1016/j.joms.2011.09.010.

HELIOTIS, M.; RIPAMONTI, U.; FERRETTI, C.; KERAWALA, C.; MANTALARIS, A.; TSIRIDIS, E. The basic science of bone induction. *Br J Oral Maxillofac Surg*, v.47, n.7, p.511-514, 2009. doi: 10.1016/j.bjoms.2009.01.013.

KAVITHA, M.; GIRIJA, K.; VELAYUDHAM, S. Comparative evaluation of radiopacity and cytotoxicity of platelet-rich fibrin, platelet-rich fibrin + 50wt% nano-hydroxyapatite, platelet-rich fibrin + 50wt% dentin chips: An *in vitro* study. *J Conserv Dent*, v.22, n.1, p.28-33, 2019. doi: 10.4103/JCD.JCD_281_18.

KIM, Y. K.; KIM, S. G.; BYEON, J. H.; LEE, H. J.; UM, I. U.; LIM, S. C.; KIM, S. Y. Development of a novel bone grafting material using autogenous teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v.109, n.4, p.496-503, 2010. doi: 10.1016/j.tripleo.2009.10.017.

KIM, Y. K.; LEE, J.; UM, I. W.; KIM, K. W.; MURATA, M.; AKAZAWA, T.; MITSUGI, M. Tooth-derived bone graft material. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg*, v.39, n.3, p.103-111, 2013. doi: 10.5125/jkaoms.2013.39.3.103.

KIM, Y. K.; KIM, S. G.; YUN, P. Y.; YEO, I. S.; JIN, S. C.; OH, J. S.; KIM, H. J.; YU, S. K.; LEE, S. Y.; KIM, J. S.; UM, I. W.; JEONG, M. A.; KIM, G. W. Autogenous teeth used for bone grafting: a comparison with traditional grafting materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, v.117, n.1, p.e39-45, 2014. doi: 10.1016/j.oooo.2012.04.018.

LEE, C. T.; HUM, L.; CHEN, Y. W. The effect of regenerative periodontal therapy in preventing periodontal defects after the extraction of third molars: A systematic review and meta-analysis. *J Am Dent Assoc*, v.147, n.9, p.709-719.e4, 2016. doi: 10.1016/j.adaj.2016.03.005.

MAZZUCCHI, G.; LOLLOBRIGIDA, M.; LAMAZZA, L.; SERAFINI, G.; DI NARDO, D.; TESTARELLI, L.; DE BIASE, A. Autologous dentin graft after impacted mandibular third molar extraction to prevent periodontal pocket formation-a split-mouth pilot study. *Materials (Basel)*, v.15, n.4, p.1431, 2022. doi: 10.3390/ma15041431.

MINETTI, E.; GIANFREDA, F.; PALERMO, A.; BOLLERO, P. Autogenous dentin particulate graft for alveolar ridge augmentation with and without use of collagen membrane: Preliminary histological analysis on humans. *Materials (Basel)*, v.15, n.12, p.4319, 2022. doi: 10.3390/ma15124319.

MOHARAMZADEH, K.; FREEMAN, C.; BLACKWOOD, K. Processed bovine dentine as a bone substitute. *Br J Oral Maxillofac Surg*, v.46, n.2, p.110-113, 2008. doi: 10.1016/j.bjoms.2007.07.209.

MORJARIA, K. R.; WILSON, R.; PALMER, R. M. Bone healing after tooth extraction with or without an intervention: A systematic review of randomized controlled trials. *Clin Implant Dent Relat Res*, v.16, n.1, p.1-20, 2014. doi: 10.1111/j.1708-8208.2012.00450.x.

MUNHOZ, E. A.; FERREIRA JUNIOR, O.; YAEDU, R. Y.; GRANJEIRO, J. M. Radiographic assessment of impacted mandibular third molar sockets filled with composite xenogenic bone graft. *Dentomaxillofac Radiol*, v.35, n.5, p.371-375, 2006. doi: 10.1259/dmfr/64880289.

NAMPO, T.; WATAHIKI, J.; ENOMOTO, A.; TAGUCHI, T.; ONO, M.; NAKANO, H.; YAMAMOTO, G.; IRIE, T.; TACHIKAWA, T.; MAKI, K. A new method for alveolar bone

repair using extracted teeth for the graft material. *J Periodontol*, v.81, n.9, p.1264-1272, 2010. doi: 10.1902/jop.2010.100016.

OLCHOWY, A.; OLCHOWY, C.; ZAWIŚLAK, I.; MATYS, J.; DOBRZYŃSKI, M. Revolutionizing bone regeneration with grinder-based dentin biomaterial: A systematic review. *Int J Mol Sci*, v.25, n.17, p.9583, 2024. doi: 10.3390/ijms25179583.

ORYAN, A.; MONAZZAH, S.; BIGHAM-SADEGH, A. Bone injury and fracture healing biology. *Biomed Environ Sci*, v.28, n.1, p.57-71, 2015. doi: 10.3967/bes2015.006.

REIS-FILHO, C. R.; SILVA, E. R.; MARTINS, A. B.; PESSOA, F. F.; GOMES, P. V.; DE ARAÚJO, M. S.; MIZIARA, M. N.; ALVES, J. B. Demineralised human dentine matrix stimulates the expression of VEGF and accelerates the bone repair in tooth sockets of rats. *Arch Oral Biol*, v.57, n.5, p.469-476, 2012. doi: 10.1016/j.archoralbio.2011.10.011.

ROBERTS, T. T.; ROSENBAUM, A. J. Bone grafts, bone substitutes and orthobiologics: The bridge between basic science and clinical advancements in fracture healing. *Organogenesis*, v.8, n.4, p.114-124, 212. doi: 10.4161/org.23306.

SAMMARTINO, G.; TIA, M.; BUCCI, T.; WANG, H. L. Prevention of mandibular third molar extraction-associated periodontal defects: A comparative study. *J Periodontol*, v.80, n.3, p.389-396, 2009. doi: 10.1902/jop.2009.080503.

SÁNCHEZ-LABRADOR, L.; MARTÍN-ARES, M.; ORTEGA-ARANEGUI, R.; LÓPEZ-QUILES, J.; MARTÍNEZ-GONZÁLEZ, J. M. Autogenous dentin graft in bone defects after lower third molar extraction: A split-mouth clinical trial. *Materials (Basel)*, v.13, n.14, p.3090, 2020. doi: 10.3390/ma13143090.

SCHWARZ, F.; GOLUBOVIC, V.; BECKER, K.; MIHATOVIC, I. Extracted tooth roots used for lateral alveolar ridge augmentation: A proof-of-concept study. *J Clin Periodontol*, v.43, n.4, p.345-353, 2016. doi: 10.1111/jcpe.12481.

THRONDSO, R. R.; SEXTON, S. B. Grafting mandibular third molar extraction sites: a comparison of bioactive glass to a nongrafted site. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*, v.94, n.4, p.413-419, 2002. doi: 10.1067/moe.2002.127582.

UM, I. W.; LEE, J. K.; KIM, J. Y.; KIM, Y. M.; BAKHSHALIAN, N.; JEONG, Y. K.; KU, J. K. Allogeneic dentin graft: A review on its osteoinductivity and antigenicity. *Materials (Basel)*, v.14, n.7, p.1713, 2021. doi: 10.3390/ma14071713.

WYCHOWANSKI, P.; WOLIŃSKI, J.; MORAWIEC, T.; KOWNACKI, P.; STARZYŃSKA, A.; KOSIERADZKI, M.; FIEDOR, P. Preliminary clinical data and the comparison of the safety and efficacy of autogenous bone grafts versus xenograft implantations in vertical bone deficiencies before dental implant installation. *Transplant Proc*, v.52, n.7, p.2248-2251, 2020. doi: 10.1016/j.transproceed.2020.02.09.

YANG, Y.; BAO, D. Y.; NI, C.; LI, Z. Three-dimensional positional relationship between impacted mandibular third molars and the mandibular canal. *BMC Oral Health*, v.23, n.1, p.831, 2023. doi: 10.1186/s12903-023-03548-0.

TÍTULO DO ARTIGO³

Artigo formatado nas normas da Revista Clinical Oral Investigations

Abstract

Objective: To compare the clinical, radiological, and histological outcomes of third molar socket repairs after dental extraction with and without the use of particulate dentin graft. **Materials and methods:** Ten patients requiring bilateral surgical extraction of impacted lower third molars were selected. One side received a blood clot (control side) and the other an autologous particulate dentin graft (experimental side). Postoperative evaluations at 7 and 21 days assessed pain, edema, trismus, suture dehiscence, and wound edge coaptation. At 120 days, CBCT was used to evaluate bone density, and a biopsy was performed for histological analysis. Data were analyzed using IBM SPSS software with descriptive statistics and paired t-test at a 5% significance level. **Results:** At 21 days, only one case of suture dehiscence occurred on the experimental side, compared to three on the control side. No differences in pain, edema, or trismus were observed between groups. Tomographic analysis showed no significant difference in the distance from the alveolar bone crest to the CEJ, but the experimental group had significantly higher bone density ($p=0.002$). Histologically, the experimental side exhibited thicker, denser connective tissue with higher cellularity, collagen production, and multinucleated giant cells, while the control side showed typical connective tissue with fewer multinucleated cells. **Conclusion:** Particulate dentin grafting showed benefits in bone density and clinical stability, with a more advanced histological healing stage. **Clinical relevance:** improve post-extraction socket healing, offering a promising alternative to traditional methods, particularly in terms of enhancing bone regeneration and clinical outcomes.

Keywords: Biomaterials; Dentin; Alveolar bone graft; Third molar.

Introduction

Depending on the surgical technique adopted, postoperative wound care, and the occurrence of complications during and after tooth extraction, alveolar healing may be delayed. This delay can allow long-term bacterial colonization, potentially leading to secondary abscess formation or hypersensitivity[1-4].

The alveolar preservation technique is considered an effective approach to preventing post-extraction physiological resorption of the alveolar bone [4,5], thereby facilitating the subsequent placement of osseointegrated implants. However, like any other surgical procedure, alveolar preservation is subject to complications that can lead to graft failure, including graft exposure, infection, resorption, loss of graft material, and adverse reactions to grafted substances [4,6].

Various types of grafts can be used after tooth extraction, each with different levels of morbidity, disease transmission risk, resorption rates, osteoconductivity, and osteogenic potential. While commercial grafting materials are widely regarded as safe and effective, the possibility of using graft material obtained directly from the extracted tooth offers advantages in terms of time efficiency and cost reduction while achieving outcomes comparable to commercial products. Autologous dentin grafts are not only more cost-effective than other grafting options but also fully biocompatible with the patient's tissues. Additionally, they are immediately available in a quantity precisely matching the volume required to fill the extraction socket [4,7]

Given these considerations, this study conducted a randomized split-mouth clinical trial in ten patients to compare the clinical, tomographic, and histological outcomes of lower third molar socket healing with and without the use of particulate dentin grafts.

Materials and methods

Ethical and legal aspects

³ Carli JP, Fontana TP, Corazza PH, de Castro DM, Deconto A, Dogenski LC, Souza MA, Bervian J, Rovani G, Trentin MS
Clinical, tomographic, and histological analysis of post-extraction dental sockets filled with particulate dentin or blood clot: A randomized clinical trial. Clinical Oral Investigations.

This randomized split-mouth clinical study was approved by the Research Ethics Committee (CEP) of the University of Passo Fundo (UPF) (approval no. 6.868.361) and registered in the Brazilian Clinical Trials Registry (ReBEC, registration no. RBR-4h6h9fd). Before any procedure, patients invited to participate in the study signed a specific Free and Informed Consent Form.

Sample

The sample size was calculated based on a previous study [8], determining a required sample of nine patients in a split-mouth design (18 alveoli). To account for potential sample loss (10%), one additional patient was included, resulting in a total of $n=10$ (Fig 1).

Fig 1 Flowchart of patient selection.

The study included patients classified as ASA I or II, aged 18 to 65 years, who were treated at the dental clinics of the UPF School of Dentistry (CO) or the Meridional Dental Studies Center (CEOM) in Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brazil. Eligible patients had a surgical indication for bilateral extraction of impacted lower third molars in the same surgical session and agreed to sign the informed consent form.

Exclusion criteria included ASA III patients, individuals who reported alcohol, tobacco, and/or illicit drug use, and those with diseases or undergoing continuous medication use that could affect bone metabolism. Patients requiring serial unilateral extractions, which would prevent postoperative follow-up, as well as those with semi-impacted third molars, were also excluded from the study.

Preoperative procedures

Before the surgical procedures, the technique was randomized for each patient using the *random.org* website. One side of the arch was designated for extraction and alveolar healing with a blood clot (control side, usual technique), while the other hemiarch underwent extraction with an autologous particulate dentin graft (experimental side). This resulted in a total of 10 alveoli per sample group. Additionally, immediately before the procedures, patients received preoperative medication consisting of 1g of amoxicillin and 4mg of dexamethasone.

Surgical technique for third molar extraction

All surgical procedures were performed by a single dentist, a specialist in Oral and Maxillofacial Surgery and Traumatology. The extraction technique followed a standardized protocol. Intraoral antisepsis was performed with 0.12% chlorhexidine (PerioGard®, Colgate-Palmolive, New York, NY, USA), with vigorous rinsing for 1 minute, followed by extraoral antisepsis with 2% chlorhexidine (Rioquímica®, São José do Rio Preto, SP, Brazil) applied in circular perioral movements for 2 minutes. Inferior alveolar and long buccal nerve block anesthesia was administered using 4% articaine with 1:100,000 epinephrine (DFL Indústria e Comércio S/A, Jacarepaguá, RJ, Brazil) and a long Unoject® needle (DFL Indústria e Comércio S/A, Jacarepaguá, RJ, Brazil).

The surgical approach involved modified Newmann and/or intrasulcular incisions as needed, based on the Pell and Gregory classification, ensuring primary closure of the surgical wound. Incisions were made using a No. 15c scalpel blade. Mucoperiosteal flap elevation was performed with a Moldt periosteal elevator, and a Minnesota retractor was used for soft tissue retraction. Occlusal and buccal osteotomies were carried out using a straight low-speed handpiece coupled to an electric motor set at 30,000rpm, under continuous irrigation with 0.9% saline solution. Bone removal was performed using No. 06 round burs and No. 701 and 702 truncated-conical burs. Tooth luxation was achieved primarily with straight Seldin elevators No. 1 and No. 2, and straight apical elevators. When necessary, odontosection was performed using a No. 702 truncated-conical bur under abundant irrigation.

Finalization included removal of the pericoronal follicle and alveolar curettage using Lucas No. 5 curettes, regularization of the bone ridge with a bone file, and alveolar irrigation with 60mL of 0.9% saline solution.

Techniques for alveolar regeneration

The surgical wound on each side of the hemiarch was filled according to the pre-established randomization. On the control side, designated for routine repair, the surgical wound was filled with a blood clot and sutured with simple stitches using 4-0 nylon thread, aiming for primary closure. On the experimental side, where particulate dentin was used, the procedure followed a specific protocol. The extracted tooth was first separated into coronal

and root portions using a No. 702 bur under irrigation. The periodontal ligament was then scraped and removed from the root remnant using Gracey curettes and a No. 15c blade (Fig 2a). The extracted root was cleaned by submerging it in a 5% sodium hydroxide (NaOH) solution (Êxodo Científica, Sumaré, SP, Brazil) and 30% alcohol (Êxodo Científica, Sumaré, SP, Brazil) for 10 minutes, followed by washing with running saline solution for 2 minutes (del Canto-Díaz et al., 2019). Next, the root was crushed using a manual dentin particulator of the pestle type (Thimon Instrumentos Cirúrgicos Ltda, São Paulo, SP, Brazil) (Fig 2b). The resulting particulate dentin was inserted into the alveolus (Fig 3a), and the surgical wound was sutured with simple 4-0 nylon stitches, ensuring primary closure (Fig 3b).

Fig 2a Radicular portion of the extracted tooth. **2b** Crushing in a manual dentin pulverizer.

Fig 3a Insertion of particulate dentin into the socket. **3b** Surgical wound closure with sutures.

Postoperative procedures

Each patient was prescribed a postoperative medication regimen consisting of 500mg amoxicillin (every 8 hours for 7 days), 4 mg dexamethasone (every 8 hours for 3 days), 1g dipyrone (every 8 hours for 3 days), and 0.12% chlorhexidine (10mL swished twice daily for 1 minute). For patients with an allergy to amoxicillin, 300mg clindamycin (every 12 hours for 7 days) was used as an alternative. Patients allergic to dipyrone had it replaced with 750mg paracetamol (every 6 hours for 3 days). In cases of severe pain, analgesia was provided with 10mg Toragesic (ketorolac tromethamine) sublingually every 8 hours.

Postoperative clinical assessments were conducted on the 7th and 21st days after tooth extraction, with serial suture removal according to the scheduled follow-ups. During these evaluations, patient data were recorded in a specific clinical chart, including the presence of edema, suture dehiscence, coaptation of the surgical wound edges, and whether the graft material was clinically visible. Additionally, the Visual Analog Scale (VAS) was used to assess the intensity of local pain reported by the patient.

Bone density tomographic analysis

At 120 days post-surgery, cone beam computed tomography (CBCT) was performed using an i-CAT Classic® scanner (Imaging Sciences International, Hatfield, Pennsylvania, USA), following a standardized protocol with a 6 cm field of view (FOV), 0.3mm voxel size, and a scan time of 20 seconds. On the implant screen of the i-CAT Vision® software, adjustments were made to brightness, contrast, and the reference points used to define the panoramic reformatting plane. The plane thickness was modified from 15mm to 3mm to ensure optimal alignment through the center of the third molar alveolus.

Subsequent measurements were adapted based on the methodology proposed by Ferreira Júnior et al. [9]. The distance from the distal alveolar bone crest to the cemento-enamel junction (CEJ) of the second molars, located immediately anterior to the surgical site, was measured using the distance tool. A straight line was drawn from the most coronal point of the bone crest to the most apical point of the enamel. Bone density was assessed through Hounsfield unit (HU) measurements using the HU statistics tool. A 8mm² square was positioned 5mm distal to the second molar's surface and 1 mm below a horizontal reference line drawn at the level of the mesial bone crest of the mandibular second molars (Fig 4).

Fig 4 Drawing of a square with 8mm² of area for bone density measurement. The drawing was located 5mm from the distal surface of the second molar and 1mm below a horizontal line (red) determined by the mesial bone crest of the lower second molars.

Histological analysis

At 120 days post-extraction, a core biopsy of the alveoli was performed in a single patient on both the experimental and control sides. A 2.5mm trephine drill was used through a linear incision along the ridge crest, with a relaxing incision in the vestibular mucosa to expose the extraction site. After disinfection with 0.12% chlorhexidine, inferior alveolar and long buccal nerve anesthesia was administered using 4% articaine + 1:100,000 epinephrine with a long Unoject® needle. The trephine was positioned at the bottom of the alveolus and rotated to extract a cylinder of hard scar tissue. The site was then sutured with simple 4-0 nylon stitches.

The collected tissue was immediately placed in 10% neutral formalin and sent for qualitative analysis. Each sample was submerged in 10% formic acid for complete decalcification, determined physically, taking an average of 7 days. The samples were dehydrated in graded alcohol baths (70% to 100%), clarified with xylene, embedded in paraffin, sectioned into 4-µm thick slices, and stained with hematoxylin-eosin (HE). Histological analysis was conducted by a specialist in Oral Pathology, using a blinding procedure to prevent bias regarding the experimental and control sides. A Zeiss Kf2 Binocular optical microscope (Carl Zeiss, Oberkochen, Baden-Württemberg, Germany), equipped with 3.2x, 10x, 40x, and 100x objectives, was used for evaluation.

Statistical analysis

A descriptive analysis was performed for the variables: pain, edema, suture dehiscence, edge coaptation, graft visualization, and other complications. The tomographic data on alveolar bone density and distance from the cemento-enamel junction (CEJ) to the distal bone crest of the adjacent second molar were analyzed using IBM SPSS Statistics version 30.0 (IBM Corporation, Armonk, New York, USA). A paired t-test was applied, with a 5% significance level ($p \leq 0.05$). The histopathological characteristics of the experimental and control sides were described based on representative tissue fields selected by the pathologist responsible for the analysis.

Results

Of the 10 patients included in the study, the majority were 18 years old (60%) and male (60%), while the remaining participants (40%) were between 19 and 22 years old.

On the 7th postoperative day, in the control group, most patients reported pain levels 1 (30%) and 2 (30%) on the VAS scale. One case of suture dehiscence with unsatisfactory coaptation of wound edges was observed, and one patient presented mild suppuration. In the experimental group, most patients had pain levels 1 (40%) and 2 (40%) on the VAS scale. There were no cases of suture dehiscence, trismus, or additional complications, and the wound edges presented satisfactory coaptation in all cases. Edema was observed in 9 patients (90%) in both experimental and control groups.

On the 21st postoperative day, there were no reports of pain or edema. In the experimental group, one case of suture dehiscence occurred, without coaptation of the wound edges, but no graft exposure or additional complications were noted. In the control group, three cases of suture dehiscence were observed, also without coaptation of the wound edges and without additional complications.

On the 120th postoperative day, all patients presented clinically satisfactory healing, without additional complications.

The tomographic measurements are presented in Table 1. The difference in mean alveolar bone density between the control and experimental groups was statistically significant ($p = 0.002$) (Fig 5a and b).

Table 1 - Measurements (mm) of the distance from the alveolar bone crest to the CEJ on the distal surfaces of the second molars, and measurements (HU) of the bone density in the third molar socket.

	Control		Experimental		t	p
	Mean	SD	Mean	SD		
Distance	3,510	1,953	3,800	1,671	-0,80	0,444
Density	263,3	132,9	486,0	171,8	-4,18	0,002

Fig 5a Graphical representation of the measurements (mm) of the distance from the alveolar bone crest to the CEJ on the distal surfaces of the second molars. **5b** Graphical representation of the measurements (HU) of bone density in the third molar socket on the control and experimental sides.

In the microscopic analysis of the trephine-obtained tissue, representative histological sections from the experimental side exhibited a band of connective tissue with thick and dense collagen fibers, along with high fibroblast cellularity (Figure 6a). The presence of canalculated dentin containing odontoblast extensions in the lumen was noted (Figure 6b), as well as intense collagen fiber production surrounding the dentin, with numerous mature fibroblasts (Figure 6c). At one end, multinucleated giant cells, resembling a foreign body reaction, were observed within the fibrous and hypercellularized collagen matrix, with scarce blood capillaries (Figure 6d).

Fig 6a Histological section stained with HE of a sample collected from the experimental side (x3.2). **6b** Canalculated dentin containing odontoblast extensions in the lumen (x400). **6c** Collagen fibers surrounding the dentin (x400). **6d** Multinucleated giant cells in fibrous collagen and hypercellular tissue.

Histological sections from the control side revealed hyalinized fibrous connective tissue, with usual cellularity and typical collagen fibers (Figure 7a), along with some capillaries (Figure 7b). At one end, parakeratinized stratified squamous epithelium characteristic of the masticatory mucosa was present. In other areas, loose trabeculae of non-lamellar compact bone were observed. Viable osteoblasts and osteocytes were present, with some trabeculae displaying reduced medullary spaces filled with fibrosis (Figure 7c). Additionally, few multinucleated giant cells were found scattered throughout the fibrous tissue (Figure 7d).

Fig 7a Histological section stained with HE of a sample collected from the control side (x3.2). **7b** Capillaries in the fibrous connective tissue (x400). **7c** Loose trabeculae of non-lamellar compact bone with viable osteocytes (x400). **7d** Multinucleated giant cells within fibrous tissue (x400).

Discussion

The use of extracted teeth as an alternative bone graft material to address the limitations of allografts, xenografts, and synthetic grafts was first proposed by Kim et al.[10]. Since then, dentin grafting has been applied in different forms, including demineralized or fresh autologous dentin, in blocks or particles [4,10-13]. The present study investigated the clinical, tomographic, and histological outcomes of lower third molar socket healing, comparing cases with and without particulate autologous dentin grafting. While various protocols exist for processing dentin biomaterials, potentially influencing results, recent findings highlight the promising nature of these materials [14], particularly due to the feasibility of split-mouth studies and case standardization.

The postoperative clinical evaluation at 7 and 21 days revealed similar levels of pain and edema between the experimental group (dentin graft) and control group (blood clot), with low pain scores resolving by 21 days. The control side exhibited one case of suture dehiscence with unsatisfactory wound edge coaptation and one case of mild suppuration at 7 days. On the experimental side, only one case of suture dehiscence was observed at 21 days, while the control side had three cases. However, these complications do not necessarily indicate a disadvantage of the conventional healing method. The simultaneous extraction of both third molars can cause greater local trauma, increasing inflammation and influencing healing. Additionally, excessive pressure in the region (e.g., chewing or improper postoperative care) can contribute to suture dehiscence [15].

Munhoz et al. [16] compared postoperative sequelae in grafted vs. non-grafted extraction sites, finding less pain and lower infection rates in non-grafted sites. Similarly, Thronsdon and Sexton [17] reported that grafting may increase the risk of wound dehiscence, though they also found a higher incidence of dry socket and pain in non-grafted sites. These findings contrast with the present study, likely due to differences in graft materials, site management, and postoperative protocols. Additionally, more recent studies using particulate dentin grafts do not report significant postoperative sequelae, making direct comparisons difficult.

In the tomographic analysis, there was no significant difference in the distance from the distal alveolar bone crest of the second molars to the CEJ ($p=0.444$). However, a significant increase in mean bone density was observed in the experimental group ($p=0.002$), suggesting enhanced bone quality with the use of autologous dentin grafts. These findings partially align with del Canto-Díaz et al. [8], who conducted a split-mouth pilot study comparing alveolar preservation with autologous dentin versus spontaneous healing. Their study found greater bone loss in the control group (1.77mm) compared to the experimental group (0.42mm) and a higher mean bone density in grafted sites (922.68 HU vs. 564.35 HU at 16 weeks), with a statistically significant difference.

Sánchez-Labrador et al. [18] also evaluated autogenous dentin for periodontal regeneration in impacted lower third molar extractions. Their split-mouth clinical trial (30 extractions in 15 patients) demonstrated significant preservation of the alveolar bone crest in the grafted group, along with higher bone density (1538.93 HU vs. 1122.26 HU in the control group). The findings of the present study further support the osteogenic potential of autologous dentin grafts, as previous research has shown that dentin's structure and composition resemble those of human bone [19].

Using energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDS) via scanning electron microscopy (SEM), Schwarz et al. [11] found similar calcium ($23.42\pm0.34\%$) and phosphate ($9.51\pm0.11\%$) levels in dentin and bone, reinforcing the

biological similarity between these tissues. The lack of significant differences in alveolar height preservation between the control and experimental groups in the present study may be attributed to variations in third molar positioning [20]. Cases where the third molar was close to the second molar often required odontosection and osteotomy, which could compromise the distal bone crest of the second molar, making it an unreliable reference point for evaluating the effectiveness of grafting materials.

Beyond the physicochemical properties of dentin, its application method is also relevant. Nampo et al. [7] highlighted the advantages of using particulate dentin, as its volume can increase 2–3 times compared to whole teeth. Additionally, micro- and macroporous structures within the particles allow for vascular and cellular infiltration, facilitating bone regeneration.

Regarding angiogenic potential, Reis-Filho et al. [21] analyzed VEGF expression in rat alveoli grafted with demineralized particulate dentin, showing a significant increase in new bone formation at days 7, 14, and 21 and higher VEGF expression at days 7 and 14. These findings suggest that particulate dentin enhances osteoinductive and osteoconductive processes, promoting vascularization and bone regeneration. Since VEGF plays a key role in osteoblast-endothelial interactions, its upregulation could offer a major advantage for dentin grafts over non-grafted sites.

Histological analysis of the sides filled with particulate dentin versus blood clot revealed significant differences in tissue behavior. The experimental side (particulate dentin) showed high fibroblastic activity and intense collagen production, suggesting more active bone regeneration and a more effective healing process. In contrast, the control side displayed typical connective tissue, with lower cellular activity, indicating slower or less effective regeneration and healing. These results align with the study by Oliveira et al. [22], who conducted histological and immunohistochemical evaluations of alveolar wounds in rats filled with demineralized human dentin matrix. The authors observed that on the experimental sides, healing was more advanced compared to the control sides (blood clot), with dentin being incorporated into the trabecular bone rather than being degraded.

The ability of dentin to accelerate the bone healing process can be explained by its common embryological origin and similar composition to bone [23]. Both dentin and bone share non-collagenous proteins from the SIBLING (Small Integrin-Binding Ligand, N-linked Glycoprotein) family, including dentin sialophosphoprotein (DSPP), dentin matrix protein 1 (DMP1), bone sialoprotein (BSP), and osteopontin (OPN). Additionally, Bone Morphogenetic Proteins (BMPs), Transforming Growth Factor Beta (TGF- β), Insulin-like Growth Factor (IGF-I), and IGF-II have been detected in human dentin, all involved in the bone formation process (Andrade et al., 2019). Brunello et al. [13] also detected DSPPs in particulate dentin cultures, confirming their role in tissue mineralization. These proteins, which are more prevalent in dentin than in bone, play crucial roles in cell migration, attachment, and mineralization of dental mesenchymal cells [13].

Therefore, sites grafted with autologous dentin tend to show more advanced healing and early bone regeneration. The study by Calvo-Guirado et al. [18] demonstrated this in Beagle dogs, where well-organized new bone formation and higher percentages of mature bone were detected in sites grafted with particulate dentin compared to non-grafted sites. Based on the promising clinical, tomographic, and histological results presented in this study, further investigations on this topic are recommended.

Conclusion

The alveolar repair techniques proved comparable in terms of pain, edema, and clinical visibility of the graft material, suggesting that both are effective in controlling these postoperative factors. The use of particulate dentin stood out clinically due to fewer occurrences of suture dehiscence and lower failure rates in wound edge coaptation compared to the blood clot. The repair of third molar sockets following tooth extraction showed superior results in tomographic bone density on the sides that received particulate dentin, when compared to the sockets treated with blood clot, although no significant difference in alveolar bone height was observed between the techniques. The histological appearance of the experimental side was more favorable, displaying a more advanced maturity and cellular organization compared to the microscopic analysis of the control side. Alveolar preservation using autologous particulate dentin proved to be an interesting option, though further confirmatory studies are needed.

References

1. Sammartino G, Tia M, Bucci T, Wang HL (2009) Prevention Of Mandibular Third Molar Extraction-Associated Periodontal Defects: A Comparative Study. *J Periodontol* 80(3):389-396. Doi: 10.1902/Jop.2009.080503.

2. Coleman M, McCormick A, Laskin DM (2011) The Incidence Of Periodontal Defects Distal To The Maxillary Second Molar After Impacted Third Molar Extraction. *J Oral Maxillofac Surg* 69(2):319-321. Doi: 10.1016/J.Joms.2010.10.011.
3. Lee CT, Hum L, Chen YW (2016) The Effect Of Regenerative Periodontal Therapy In Preventing Periodontal Defects After The Extraction Of Third Molars: A Systematic Review And Meta-Analysis. *J Am Dent Assoc* 147(9):709-719.E4. Doi: 10.1016/J.Adaj.2016.03.005.
4. De Biase A, Mazzucchi G, Di Nardo D, Lollobrigida M, Serafini G, Testarelli L (2020) Prevention Of Periodontal Pocket Formation After Mandibular Third Molar Extraction Using Dentin Autologous Graft: A Split Mouth Case Report. *Case Rep Dent* 2020:1762862. Doi: 10.1155/2020/1762862.
5. Hassan KS, Marei HF, Alaghl AS (2012) Does Grafting Of Third Molar Extraction Sockets Enhance Periodontal Measures In 30- To 35-Year-Old Patients? *J Oral Maxillofac Surg* 70(4):757-764. Doi: 10.1016/J.Joms.2011.09.010.
6. Gual-Vaqués P, Polis-Yanes C, Estrugo-Devesa A, Ayuso-Montero R, Mari-Roig A, López-López J (2018) Autogenous Teeth Used For Bone Grafting: A Systematic Review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 23(1):E112-E119. Doi: 10.4317/Medoral.22197.
7. Nampo T, Watahiki J, Enomoto A, Taguchi T, Ono M, Nakano H, Yamamoto G, Irie T, Tachikawa T, Maki K (2010) A New Method For Alveolar Bone Repair Using Extracted Teeth For The Graft Material. *J Periodontol* .81(9):1264-1272. Doi: 10.1902/Jop.2010.100016.
8. Del Canto-Díaz A, De Elío-Oliveros J, Del Canto-Díaz M, Alobera-Gracia MA, Del Canto-Pingarrón M, Martínez-González JM (2019) Use Of Autologous Tooth-Derived Graft Material In The Post-Extraction Dental Socket. Pilot Study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal* 24(1):E53-E60. Doi: 10.4317/Medoral.22536.
9. Ferreira Júnior O, Munhoz EA, Segantin JF, Gonçalves ES, Carvalho PSP (2018) Tomographic Late Evaluation Of Xenogeneic Bone Grafts In Sockets Of Impacted Third Molars. *J Appl Oral Sci* 26:E20170396. Doi: 10.1590/1678-7757-2017-0396.
10. Kim YK, Kim SG, Byeon JH, Lee HJ, Um IU, Lim SC, Kim SY (2010) Development Of A Novel Bone Grafting Material Using Autogenous Teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 109(4):496-503. Doi: 10.1016/J.Tripleo.2009.10.017.
11. Schwarz F, Golubovic V, Becker K, Mihatovic I (2016) Extracted Tooth Roots Used For Lateral Alveolar Ridge Augmentation: A Proof-Of-Concept Study. *J Clin Periodontol* 43(4):345-353. Doi: 10.1111/Jcpe.12481.
12. Andrade C, Camino J, Nally M, Quirynen M, Martínez B, Pinto N (2020) Combining Autologous Particulate Dentin, L-Prf, And Fibrinogen To Create A Matrix For Predictable Ridge Preservation: A Pilot Clinical Study. *Clin Oral Investig* 24(3):1151-1160. Doi: 10.1007/S00784-019-02922-Z.
13. Brunello G, Zanotti F, Scortecchi G, Sapoznikov L, Sivoilella S, Zavan B (2022) Dentin Particulate For Bone Regeneration: An In Vitro Study. *Int J Mol Sci* 23(16):9283. Doi: 10.3390/Ijms23169283.
14. Olchoway A, Olchoway C, Zawiślak I, Matys J, Dobrzyński M (2024) Revolutionizing Bone Regeneration With Grinder-Based Dentin Biomaterial: A Systematic Review. *Int J Mol Sci* 25(17):9583. Doi: 10.3390/Ijms25179583.
15. Morjaria KR, Wilson R, Palmer RM (2014) Bone Healing After Tooth Extraction With Or Without An Intervention: A Systematic Review Of Randomized Controlled Trials. *Clin Implant Dent Relat Res* 16(1):1-20. Doi: 10.1111/J.1708-8208.2012.00450.X.
16. Munhoz EA, Ferreira Junior O, Yaedu RY, Granjeiro JM (2006) Radiographic Assessment Of Impacted Mandibular Third Molar Sockets Filled With Composite Xenogenic Bone Graft. *Dentomaxillofac Radiol* 35(5):371-375. Doi: 10.1259/Dmfr/64880289.
17. Thronsdon RR, Sexton SB (2002) Grafting Mandibular Third Molar Extraction Sites: A Comparison Of Bioactive Glass To A Nongrafted Site. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod* 94(4):413-419. Doi: 10.1067/Moe.2002.127582.
18. Sánchez-Labrador L, Martín-Ares M, Ortega-Aranegui R, López-Quiles J, Martínez-González JM (2020) Autogenous Dentin Graft In Bone Defects After Lower Third Molar Extraction: A Split-Mouth Clinical Trial. *Materials (Basel)* 13(14):3090. Doi: 10.3390/Ma13143090.
19. Kim YK, Kim SG, Yun PY, Yeo IS, Jin SC, Oh JS, Kim HJ, Yu SK, Lee SY, Kim JS, Um IW, Jeong MA, Kim GW (2014) Autogenous Teeth Used For Bone Grafting: A Comparison With Traditional Grafting Materials. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol* 117(1):E39-45. Doi: 10.1016/J.Ooooo.2012.04.018.
20. Yang Y, Bao DY, Ni C, Li Z (2023) Three-Dimensional Positional Relationship Between Impacted Mandibular Third Molars And The Mandibular Canal. *Bmc Oral Health* 23(1):831. Doi: 10.1186/S12903-023-03548-0.
21. Reis-Filho CR, Silva ER, Martins AB, Pessoa FF, Gomes PV, De Araújo MS, Miziara MN, Alves JB (2012) Demineralised Human Dentine Matrix Stimulates The Expression Of Vegf And Accelerates The Bone Repair In Tooth Sockets Of Rats. *Arch Oral Biol* 57(5):469-476. Doi: 10.1016/J.Archoralbio.2011.10.011.

22. De Oliveira GS, Miziara MN, Silva ER, Ferreira EL, Biulchi AP, Alves JB (2013) Enhanced Bone Formation During Healing Process Of Tooth Sockets Filled With Demineralized Human Dentine Matrix. *Aust Dent J* 58(3):326-332. Doi: 10.1111/Adj.12088.
23. Kim YK, Lee J, Um IW, Kim KW, Murata M, Akazawa T, Mitsugi M (2013) Tooth-Derived Bone Graft Material. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg* 39(3):103-111. Doi: 10.5125/Jkaoms.2013.39.3.103.
24. Calvo-Guirado JL, Maté-Sánchez De Val JE, Ramos-Oltra ML, Pérez-Albacete Martínez C, Ramírez-Fernández MP, Maiquez-Gosálvez M, Gehrke SA, Fernández-Domínguez M, Romanos GE, Delgado-Ruiz RA (2018) The Use Of Tooth Particles As A Biomaterial In Post-Extraction Sockets. Experimental Study In Dogs. *Dent J (Basel)* 6(2):12. Doi: 10.3390/Dj6020012.

Disclosure of potential conflicts of interest: The authors declare that they have no conflict of interest.

Research involving Human Participants and/or Animals: Approval was obtained from the ethics committee of University of Passo Fundo. The procedures used in this study adhere to the tenets of the Declaration of Helsinki.

Informed consent: Patients signed informed consent regarding publishing their data and photographs.